Etude de l'habitat du poisson autour des îlots créés par des déblais de dragage; lagune de Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine.

B. Elouard, G. Desrosiers, J.C. Brêthes et Y. Vigneault

Direction de la recherche sur les Pêches
Ministère des Pêches et des Océans
901 Cap Diamant, C.P. 15500
Québec, Québec G1K 7Y7

Septembre 1983

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques No 1209

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

These reports contain scientific and technical information that represents an important contribution to existing knowledge but which for some reason may not be appropriate for primary scientific (i.e. *Journal*) publication. Technical Reports are directed primarily towards a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries management, technology and development, ocean sciences, and aquatic environments relevant to Canada.

Technical Reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report will be abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and will be indexed annually in the Department's index to scientific and technical publications.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Details on the availability of Technical Reports in hard copy may be obtained from the issuing establishment indicated on the front cover.

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Ces rapports contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution importante aux connaissances actuelles mais qui, pour une raison ou pour une autre, ne semblent pas appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Il n'y a aucune restriction quant au sujet, de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du Ministère des Pêches et des Océans, notamment gestion des pêches, techniques et développement, sciences océaniques et environnements aquatiques, au Canada.

Les Rapports techniques peuvent être considérés comme des publications complètes. Le titre exact paraîtra au haut du résumé de chaque rapport, qui sera publié dans la revue *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* et qui figurera dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1-456 de cette série ont été publiés à titre de Rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457-714, à titre de Rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715-924 ont été publiés à titre de Rapports techniques du Service des pêches et de la mer, Ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom de la série a été modifié à partir du numéro 925.

La page couverture porte le nom de l'établissement auteur où l'on peut se procurer les rapports sous couverture cartonnée.

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques No 1209

Avril 1983

Etude de l'habitat du poisson autour des îlots créés par des déblais de dragage; lagune de Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine.

par

B. Elouard[1], G. Desroslers[1], J.C. Brêthes[1] et Y. Vigneault[2]

Direction de la recherche sur les Pêches
Ministère des Pêches et des Océans
Laboratoire de Québec
C.P. 15 500
901 Cap Diamant
Québec (Québec)
G1K 7Y7

1 Département d'Océanographie, Université du Québec à Rimouski.
2 Direction de la recherche sur les pêches, ministère des Pêches et des Océans.

PREFACE

Ce document est le premier volet d'une étude sur l'habitat du poisson autour des îlots créés par des déblais de dragage. Cette étude a été mise de l'avant par le CAREM (comité avisseur sur les rejets en mer) du ministère Environnement Canada, le Centre de Recherche en Ecologie des pêches et la section de l'Habitat du poisson de la Division de la recherche sur les pêches du ministère des Pêches et des Océans. Ce rapport contient une première analyse des résultats de la campagne de mesures de l'été et de l'automne 1982. L'étude se poursuivra au cours de l'année 1983 et un rapport final est prévu à la fin de 1984.

Ministère des Approvisionnements et Services. Canada 1983
No de catalogue Fs 97-6/1209 ISSN 0706-6570

On devra référer comme suit à cette publication:

Elouard, B., G. Desroslers, J.C. Brêthes et Y. Vigneault. 1983. Etude de l'habitat du poisson autour des îlots créés par des déblais de dragage; lagune de Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine. Rapp. techn. can. sci. halieut. aquat. 1209: viii + 69 p.

TABLE DES MATIERES

Page

LISTE DES TABLEAUX v

LISTE DES FIGURES vii

RESUME viii

INTRODUCTION 1

CHAPITRE I SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE 1

1.1 Le cadre des îles 1
1.1.1 Géologie et géomorphologie 1
1.1.2 Climat, vents et marées 2
1.1.3 Végétation aquatique et production primaire 2
1.1.4 Organismes benthiques 2
1.1.5 Poissons 3
1.1.6 Oiseaux 3
1.1.7 Mammifères 3

1.2 La lagune de Grande-Entrée 3
1.2.1 Paramètres physico-chimiques et sédimentologiques 3
1.2.2 Algues macroscopiques et végétation aquatique 3
1.2.3 Plancton 3
1.2.4 Benthos 4
1.2.5 Poissons 4
1.2.6 Oiseaux 4
1.2.7 Mammifères 5

1.3 Le projet de la mine de sel 5
1.3.1 Historique du projet et des études réalisées 5
1.3.2 Caractéristiques des opérations de dragage et d'immersion 7
1.3.3 Etude de l'habitat du poisson autour des îlots: objectifs 7

CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES D'ECHANTILLONNAGE 7

2.1 Aire d'étude 7

2.2 Identification des habitats 10

2.3 Echantillonnage des organismes aquatiques 10
2.3.1 Organismes endobenthiques 10
2.3.2 Organismes épibenthiques et nectobenthiques, poissons et espèces compagnes 13

TABLE DES MATIERES (suite)

Page

2.4 Méthode de calcul 13
2.4.1 Coefficients calculés 13
2.4.2 Indice de diversité de Shannon-Weaver et d'équitabilité 14
2.4.3 Degré d'affinité de Sanders (1960), diagramme-treillis 15
2.4.4 Analyse factorielle des correspondances 15

CHAPITRE III ANALYSE DE LA COMPOSITION BIOCOENOTIQUE 16

3.1 Granulométrie 16

3.2 Composition de la faune benthique 17
3.2.1 Analyse qualitative et quantitative des principaux groupes zoologiques 17
3.2.1.1 Ensemble des habitats 17
3.2.1.2 Extérieur-intérieur de la lagune 19
3.2.2 Classification des principales espèces 23
3.2.3 Richesse spécifique, diversité et équitabilité 23
3.2.4 Similarité de Sanders et diagramme-treillis 26

3.3 Description de la faune ichtyologique 26
3.3.1 Analyse qualitative 26
3.3.2 Délimitation des espèces piscicoles en fonction des habitats:
analyse des correspondances 33
3.3.2.1 Analyse globale sur l'ensemble des périodes 33
3.3.2.2 Analyse sur chaque période 34
3.3.2.3 Conclusion générale pour la faune ichtyologique 49

CHAPITRE IV ANALYSE DE LA SITUATION PAR RAPPORT AUX NOUVEAUX HABITATS CREES 49

4.1 Ilots de dragage 49

4.2 Discussion et recommandations 50

REMERCIEMENTS 52

BIBLIOGRAPHIE 52

ANNEXE 1: Tableaux d'abondance des espèces benthiques 61

LISTE DES TABLEAUX

		Page
Tableau 1:	Caractéristiques des opérations de dragage du chenal de navigation; lagune de Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine, 1982	8
Tableau 2:	Caractéristiques physiques des aires de dépôts de dragage	9
Tableau 3:	Description des habitats échantillonnés; lagune et côte de Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine, 1982	12
Tableau 4:	Composition granulométrique du substrat dans les habitats définis; Iles-de-la-Madeleine, 1982	16
Tableau 5:	Pourcentage de matière organique pour chacune des périodes d'échantillonnage; Iles-de-la-Madeleine, 1982	17
Tableau 6:	Analyse qualitative et quantitative sur l'ensemble des habitats intérieurs et extérieurs à la lagune, Iles-de-la-Madeleine, 1982	18
Tableau 7:	Analyse qualitative et quantitative pour les habitats intérieurs de la lagune; Iles-de-la-Madeleine, 1982	20
Tableau 8:	Espèces dominantes (et nombre d'individus) pour chaque période, à l'intérieur de la lagune	21
Tableau 9:	Analyse qualitative et quantitative pour les habitats extérieurs de la lagune; Iles-de-la-Madeleine, 1982	22
Tableau 10:	Espèces dominantes (et nombre d'individus) pour chaque période, à l'extérieur de la lagune	23
Tableau 11:	Coefficient de fréquence des principales espèces pour l'ensemble des habitats et chacune des périodes; Iles-de-la-Madeleine, 1982	24
Tableau 12:	Richesse spécifique, indices de diversité et d'équitabilité des habitats à chacune des périodes; Iles-de-la-Madeleine, 1982	25

LISTE DES TABLEAUX (suite)

		Page
Tableau 13:	Liste faunistique des espèces piscicoles; Iles-de-la-Madeleine, 1982	29
Tableau 14:	Liste faunistique des espèces compagnes; Iles-de-la-Madeleine, 1982	30
Tableau 15:	Poissons récoltés dans le chalut. Répartition selon l'habitat et la période d'échantillonnage; Iles-de-la-Madeleine, 1982	31
Tableau 16:	Espèces compagnes récoltées dans le chalut. Répartition selon l'habitat et la période d'échantillonnage; Iles-de-la-Madeleine, 1982	32
Tableau 17:	Classes de taille des 3 espèces de poissons plats. Analyse des correspondances; Iles-de-la-Madeleine, 1982	33
Tableau 18:	Pourcentage de contribution relative des variables sur les 3 facteurs et pour l'ensemble des périodes. Analyse des correspondances; Iles-de-la-Madeleine, 1982	36
Tableau 19:	Pourcentage de contribution relative des variables sur les 3 facteurs pour la période I. Analyse des correspondances; Iles-de-la-Madeleine, 1982	39
Tableau 20:	Pourcentage de contribution relative des variables sur les 3 facteurs pour la période II. Analyse des correspondances; Iles-de-la-Madeleine, 1982	43
Tableau 21:	Pourcentage de contribution relative des variables sur les 3 facteurs pour la période III. Analyse des correspondances; Iles-de-la-Madeleine, 1982	46

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1: Emplacements des habitats; lagune de Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine, 1982 ... 11

Figure 2: Diagramme-treillis pour les habitats de la période I; Iles-de-la-Madeleine, 1982 . 27

Figure 3: Diagramme-treillis pour les habitats de la prélode II; Iles-de-la-Madeleine, 1982 28

Figure 4: Représentation graphique des facteurs 1 et 2 sur les axes I et II. Analyse factorielle des correspondances pour l'ensemble des périodes; Iles-de-la-Madeleine, 1982 35

Figure 5: Projection des variables sur les 3 premiers axes. Analyse factorielle des correspondances pour l'ensemble des périodes; Iles-de-la-Madeleine, 1982 37

Figure 6: Projection sur l'axe I des espèces et des habitats à chaque période. Analyse des correspondances pour l'ensemble des périodes; Iles-de-la-Madeleine, 1982 38

Figure 7: Représentation graphique des facteurs 1 et 2. Analyse factorielle des correspondances pour la période I; Iles-de-la-Madeleine, 1982 40

Figure 8: Projection des variables sur les 3 premiers axes. Analyse factorielle des correspondances pour la période I (juin-juillet); Iles-de-la-Madeleine, 1982 41

Figure 9: Représentation graphique des facteurs 1 et 2. Analyse factorielle des correspondances pour la période II; Iles-de-la-Madeleine, 1982 44

Figure 10: Projection des variables sur les 3 premiers axes. Analyse factorielle des correspondances pour la période II (août); Iles-de-la-Madeleine, 1982 45

Figure 11: Représentation graphique des facteurs 1 et 2. Analyse factorielle des correspondances pour la période III; Iles-de-la-Madeleine, 1982 47

Figure 12: Projection des variables sur les 3 premiers axes. Analyse factorielle des correspondances pour la période III (octobre); Iles-de-la-Madeleine, 1982 48

RESUME

Elouard, B., G. Desroslers, J.C. Brêthes et Y. Vigneault, 1983. Etude de l'habitat du poisson autour des îlots créés par des déblais de dragage; lagune de Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1209: viii + 69 p.

Après avoir rejeté la possibilité d'un établissement portuaire à Lesile, les promoteurs de l'exploitation de la mine de sel des Iles-de-la-Madeleine ont opté pour un aménagement à l'intérieur même de la lagune de Grande-Entrée. Cette solution impliquait toutefois le dragage d'un chenal de navigation depuis le quai de chargement des navires jusqu'à l'entrée de la lagune. Pour se départir de ces matériaux dragués, des îlots ont été créés. La présente étude vise à décrire les nouveaux habitats créés par le dépôt de ces matériaux de dragage. Grâce à divers indices et analyses statistiques reconnus, cette recherche met en évidence l'abondance et la distribution des organismes présents dans ces nouveaux habitats par comparaison avec des habitats-témoins. Il semble que les îlots se soient recolonisés rapidement et d'une façon relativement équilibrée. Le problème de la stabilité du milieu y est présenté et des champs de recherches ultérieures sont proposés.

Mots clés: Habitat, lagune, dragage, recolonisation, benthos, poissons plats.

ABSTRACT

Elouard, B., G. Desroslers, J.C. Brêthes et Y. Vigneault, 1983. Etude de l'habitat du poisson autour des îlots créés par des déblais de dragage; lagune de Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1209: viii + 69 p.

Rejecting the alternate harbour site at Lesile, the promoters of the Magdalen islands salt mine opted for a site within the Grande-Entrée lagoon. However, this solution involved some dredging operations from the proposed wharf to the lagoon entrance. In order to get rid of these dredged materials, some islets were created. The present study describes the new habitats created by the deposits of dredged materials. With the help of some statistical indices and analyses, this research presents the abundance and distribution of organisms on these newly created habitats as compared to control habitats. It seems that these islets were quickly recolonized and are presently relatively well balanced. The long-term stability of these environments is discussed and areas for future research are also proposed.

Key words: Habitat, lagoon, dredging, recolonization, benthos, flat fish.

INTRODUCTION

En vue de creuser un chenal de navigation pour permettre l'exportation du sel des Iles-de-la-Madeleine, les mines Seleine Inc. ont, depuis 3 ans, entrepris d'importantes activités de dragage dans la lagune de Grande-Entrée et dans le milieu côtier proximal.

Le déplacement de quantités considérables de sable et son immersion en certains points ont modifié, par le fait même, la nature de l'habitat de certaines espèces biologiques qui représentent de façon directe ou indirecte, un intérêt pour les pêcheries côtières. En effet, la pêche côtière commerciale est très importante à l'intérieur et à l'extérieur de la lagune de Grande-Entrée et les pêcheurs ont manifesté à plusieurs reprises leurs inquiétudes quant aux travaux de dragage.

Aussi, pour répondre aux conditions de permis annuel leur octroyant le dépôt des matériaux de dragage, les mines Seleine Inc. doivent effectuer différentes analyses d'impact et de surveillance des dépôts dans la lagune et sur la côte de Grande-Entrée.

Indépendamment de ces travaux, la présente étude s'inscrit dans un large programme d'évaluation des sites d'immersion. Elle vise à décrire les nouveaux habitats créés par le dépôt des matériaux de dragage tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la lagune dans le milieu côtier proximal.

Pour déterminer l'effet des dépôts de sable sur la faune aquatique, il s'agit en premier lieu de mettre en évidence l'abondance et la distribution des organismes dans les habitats considérés, à savoir les zones entourant les îlots mais aussi les secteurs avoisinants. Des interrelations substrats-organismes pourront alors être dégagées de façon globale sur chacun des habitats à l'intérieur et à l'extérieur de la lagune.

Ce rapport se propose de cerner ces 2 grands points, après avoir exposé une synthèse bibliographique pertinente sur les études antécédentes faites aux Iles-de-la-Madeleine et plus particulièrement dans la lagune de Grande-Entrée.

Par la suite et dans le cadre d'études ultérieures, la connaissance des données biologiques et des interrelations paramètres biotiques-abiotiques pourra être approfondie au niveau de certains îlots.

CHAPITRE I

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 Le cadre des îles

1.1.1 Géologie et géomorphologie

Les Iles-de-la-Madeleine sont situées dans le golfe du St-Laurent entre le 47°12' et le 47°52'N et le 61°23' et le 62°12'W.

La géologie de cette région est relativement complexe puisque des mouvements tectoniques internes ont remanié les dépôts anciens. Les 15 noyaux rocheux (soit 42% de la superficie totale de l'archipel) sont composés de roches volcaniques et de divers types de roches sédimentaires (Loring et Nota, 1973; Laverdière et al., 1976): roches évaporites, sel de mer accumulé sur une épaisseur de 5 000 m et grès rouge, sur environ 4 000 m d'épaisseur.

Sept masses rocheuses sont reliées entre elles par de longs cordons de sable, ou tombolos, couvrant 30% de la surface totale, et dont le matériel provient de la destruction des falaises vives soumises à l'érosion marine. Entre les tombolos, souvent disposés en parallèle, s'étendent, sur 28% de la

surface totale, des masses d'eau peu profondes ou lagunes (selon la définition de Larras, 1964 citée par Ouellet, 1979a). Le milieu lagunaire est essentiellement composé de 3 lagunes qui sont: la lagune de Grande-Entrée communiquant avec celle de Havre-aux-Maisons et possédant toutes deux une ouverture sur la mer, la lagune de Havre-aux-Basques fermée depuis 1957 lors de la construction de la route principale.

1.1.2 Climat, vents et marées

Le climat est maritime avec, en été, des températures moyennes de 10°C et des vents fréquents de 20 km/h en moyenne (Tiphane, 1976). L'influence de la marée est atténuée dans cette région, les amplitudes maximales et minimales étant respectivement de 0.91 m et 0.05 m (Service hydrographique du Canada, 1983).

1.1.3 Végétation aquatique et production primaire

En dehors des observations phytopédologiques sur les dunes et les prés salés (Grandtner, 1966; Lamoureux, 1973; Durand, 1976; Beaumont et Chamberland, 1976), la flore algologique des Iles-de-la-Madeleine a été inventoriée qualitativement par Parker (1967) et Cardinal (1967) et quantitativement par De Sève et al. (1978) en vue de connaître l'importance économique des algues des lagunes.

Quant à la production primaire, seuls les pourcentages de chlorophylle et d'assimilation en carbone ont été estimés de façon globale dans les lagunes des Îles (Auclair, 1977).

1.1.4 Organismes benthiques

La faune d'invertébrés benthiques des Iles-de-la-Madeleine est très peu connue. Quelques travaux d'inventaire de Bergeron (1956), Lacroix et Brossard (1955) à Havre-aux-Basques et le catalogue de Brunel (1970) mentionnent la présence de certains spécimens.

A l'exception de la région de Grande-Entrée et de Grosse-Ile largement étudiée en raison du projet de la mine de sel (voir plus loin), "une étude de la distribution de la faune benthique aux Iles-de-la-Madeleine s'avère primordiale vu la pauvreté des travaux effectués jusqu'à maintenant" (CAREM, 1980).

Une étude menée par le ministère des Pêches et Océans sur la faune benthique des lagunes est présentement en préparation et sera publiée sous peu.

Des travaux plus spécifiques s'adressent aux espèces commerciales et portent sur les aspects d'exploitation des ressources. Il s'agit des mollusques d'élevage dans les lagunes comme la Moule bleue, Mytilus edulis (Giguère et Poirier, 1978; Poirier, 1978) et l'Huître américaine, Crassostrea virginica (Giguère et Poirier, 1980), mais aussi des mollusques recherchés pour la consommation humaine comme les Myes, Mya arenaria (Lamoureux, 1974, 1977; Giguère et Lamoureux, 1978), les Mactres de l'Atlantique, Spisula solidissima (Bernier et Poirier, 1979) et les Pétoncles géants, Placopecten magellanicus (Poirier, 1973, 1977; Messier, 1976).

Quant aux décapodes du plateau madelinien (recensés par Couture, 1971), il y a bien sûr le Crabe-tourteau, Cancer irroratus dont la rentabilité commerciale est évaluée globalement par Carbonneau (1965c, 1966) mais surtout le homard, Homarus americanus, dont il sera question plus loin.

Tous ces inventaires, effectués surtout au niveau des débarquements, ne donnent en fait qu'un indice de présence et une connaissance superficielle du milieu.

1.1.5 Poissons

En dehors de plusieurs études générales (Fowler, 1915; Cox, 1921; Bergeron, 1956; Bergeron et al., 1967; Bergeron et Legendre, 1970; Garside et al., 1972; Geistdoefer, 1974), une attention particulière a été portée aux plans d'eau (Boucher et al., 1976; Mousseau, 1979), aux espèces commerciales comme le hareng (Ware et Henriksen, 1978; Breau et Zeitoun, 1979; Cleary et Morgan, 1981; Cleary, 1982) et aux poissons démersaux (Lussiaa-Berdou et Johnson, 1975; Halliday et Pinhorn, 1982), plus particulièrement la Plie canadienne (Powles, 1965) et la Morue (Lett, 1978).

1.1.6 Oiseaux

La nidification et l'alimentation des oiseaux aquatiques ont été étudiées notamment par Mousseau et al. (1976); Burton et Plion (1978); Burton (1980).

1.1.7 Mammifères

Le Phoque commun, Phoca vitulina, le Phoque gris, Halichoerus grypus, et le Phoque du Groenland, Phoca groenlandica, résident tous trois aux Iles-de-la-Madeleine (Sergeant, 1976; Dunn, 1978, etc.).

1.2 La lagune de Grande-Entrée

Le havre de Grande-Entrée est délimité par Grosse-Ile, l'Ile de l'Est, l'Ile de Grande-Entrée, ainsi que par les dunes du nord et du sud. Il est en communication au sud-ouest avec la mer par une ouverture d'environ 2.3 km et à l'ouest avec la lagune de Havre-aux-Maisons.

De par son importance économique directe ou indirecte pour la pêche commerciale, la lagune de Grande-Entrée a été l'objet de nombreuses recherches. Les travaux effectués directement en relation avec le projet de la mine de sel seront détaillés plus loin.

1.2.1 Paramètres physico-chimiques et sédimentologiques

Seules quelques données sur la composition sédimentologique de la lagune de Grande-Entrée apparaissent dans les travaux de Tiphane (1976).

La physico-chimie a par contre été plus largement étudiée: études sur les glaces réalisées par Boudreault (1977), Desfossés (1974), mesures des paramètres physico-chimiques (température, salinité, oxygène dissous, nitrates, phosphates et silicates) par Boucher (1965), Bourget (1976), Auclair (1977) et Poirier (1978).

1.2.2 Algues macroscopiques et végétation aquatique

De Sève et al. (1978) trouvent 27 espèces d'algues macroscopiques dans la lagune. La phanérogame Zostera marina, Zostère marine ou herbe à outardes[a], est très abondante entre 0.5 et 2 m de profondeur (De Sève et al., 1978; Poirier, 1978) et a, selon Bourget (1976), un rôle stabilisateur sur les sédiments.

1.2.3 Plancton

La composition phytoplanctonique des eaux de la lagune n'est pas connue. Etudié superficiellement par Burton et al. (1978), le zooplancton reste principalement composé de copépodes (66 à 100%) et notamment de calanoïdes dont l'espèce dominante (à 90%) est Acartia hudsonica.

[a] Nom indigène

1.2.4 Benthos

Les études de la composition des peuplements benthiques s'adressent à des zones très restreintes. En effet, 2 d'entre elles concernent directement le projet de la mine de sel. Bourget (1976) s'intéresse aux zones intertidales et infralittorales situées surtout à l'embouchure de la baie de Grosse-Ile; seuls les mollusques et les crustacés ont été identifiés à l'espèce. Doyon et al. (1976) regardent uniquement les organismes de la zone intertidale de la lagune.

Les autres travaux concernent les espèces commerciales à savoir, les bancs de Myes (Lamoureux, 1974) et ceux de Moules bleues d'élevage (Burton et al., 1978; Poirier, 1978) ainsi que le Crabe-tourteau dont la distribution apparaît dans le travail préliminaire de Burton et al. (1978)[a1].

Le Homard d'Amérique, Homarus americanus, constitue avec le hareng l'essentiel de la faune d'intérêt directement commercial dans les lagunes. Cependant, les lagunes ont un statut légal de sanctuaire et la pêche au homard y est interdite. Munro et Therriault (1981) évaluent à quelque 89 000 individus la population de homards adultes du Havre de Grande-Entrée, la plus forte densité se retrouvant dans sa partie est, plus profonde. Le homard des lagunes est un résident d'été: il provient en majorité de la côte extérieure, pénétrant dans les lagunes au printemps et ressortant à l'automne (Templeman, 1936; Montreuil, 1952, 1958; Bergeron, 1956; Beizile et Fréchette, 1980; Burton et al., 1980; Munro et Therriault, 1981). Le mécanisme de la migration semble lié aux changements saisonniers de température de l'eau (Munro et Therriault, 1981) et l'avantage sélectif obtenu pourrait être une croissance accélérée dans les lagunes comparativement à la côte extérieure. Il y a en effet dans les lagunes, une proportion relativement plus élevée de homards effectuant deux mues par saison de croissance (Munro et Therriault, 1981), probablement en raison de la température de l'eau qui y est plus élevée de quelques degrés que sur la côte. Tous les travaux sur le homard des lagunes ont révélé une prédominance des mâles dans la population, dans une proportion d'environ 85%, alors que la proportion des mâles sur la côte est d'environ 50%: cette différence demeure inexpliquée.

1.2.5 Poissons

Seules quelques données fragmentaires ont été récoltées dans la lagune de Grande-Entrée. Bergeron (1956), Bergeron et Legendre (1970) mentionnent quelques spécimens collectionnés entre 1932 et 1969. Garside, Snair et Waugh (1972), dans leur inventaire de l'ichtyofaune, n'ont qu'une station près du pont de Grosse-Ile. Burton et al. (1978) complètent cet inventaire durant les étés 1976-77-78 et notent la grande variété spécifique (20 espèces réparties en 21 genres, 14 familles et 7 ordres). Mais la liste, non exhaustive, s'adresse seulement aux présences-absences. En posant des nasses et des filets en 1979, Mousseau ajoute quelques nouvelles données.

Deux autres études s'adressent au hareng de la lagune: il s'agit des travaux du MIC en mai-juin 1978 (Lamoureux, 1978) et de l'étude préliminaire de Powles et al. (1978) qui constatent la présence d'une population différente dans la lagune par rapport aux populations de la mer (taux de croissance différent).

1.2.6 Oiseaux

Dans son inventaire sur la baie de Grosse-Ile, Bourget (1976) constate que 41 espèces fréquentent le site pour la nidification, l'alimentation et le repos.

[a1] seulement deux périodes de pêche de 24 heures

Dans la lagune, les oiseaux marins se rassemblent en colonies, d'une part sur l'Île Rouge où l'on rencontre le goéland argenté, Larus argentatus, le Goéland à manteau noir, Larus marinus, le Guillemot noir Cepphus grylle, et d'autre part sur l'Île aux Loups Marins où, en dehors des Goélands (Larus spp), nichent quelques Grands Hérons (Ardea herodias) et plus de 2 000 individus[*1] de Cormorans à aigrettes (Phalacrocorax auritus).

Quant aux oiseaux de rivage vivant dans le pré salé et le rivage intertidal de la lagune, ils sont essentiellement composés d'espèces limnicoles. Les îles constituent un lieu privilégié qui accueille une grande diversité et une forte abondance d'oiseaux lors de la migration de ces individus (Burton et al, 1979a). Il faut signaler notamment la présence de 2 espèces rares: le Pluvier siffleur (Charadrius melodus), et la Barge hudsonnienne (Limosa haemastica).

1.2.7 Mammifères

Au sommet de la chaîne alimentaire, les phoques se nourrissent de poissons, de mollusques et de crustacés. Les données sur l'utilisation des lagunes par les phoques sont cependant très incomplètes. En ce qui concerne la lagune de Grande-Entrée, 2 espèces de phoque résidant aux îles, le Phoque gris (Halichoerus grypus) et le Phoque commun (Phoca vitulina) forment une population d'environ 50 individus[*2] installés à la pointe de la dune du sud.

1.3 Le projet de la mine de sel

1.3.1 Historique du projet et des études réalisées

Afin d'approvisionner le Québec en sel industriel et de développer ainsi le potentiel économique des Iles-de-la-Madeleine, un projet d'exploitation du sel fut envisagé dans la région de Grosse-Ile.

La mise en chantier et l'exploitation d'une industrie minière étant susceptibles d'entraîner des modifications sur le milieu avoisinant, un certain nombre d'études ont été effectuées dans le havre de la Grande-Entrée et dans la région avoisinante en vue de vérifier les conditions du milieu et ses éventuelles modifications.

La SOQUEM faisait réaliser des travaux concernant tout d'abord les courants littoraux (INRS, 1975) et l'impact d'un port de chargement de sel sur les pêcheries (Nadeau, 1974). Puis dans la baie de Grosse-Ile, qui devait être isolée de la lagune et servir de réservoir hydro-électrique, Bourget (1976) évalue l'importance de cette zone dans l'écosystème général du havre de Grande-Entrée ainsi que l'impact de l'étang sur-saturé en sel sur les organismes en présence (faune benthique et avienne essentiellement).

Afin de construire un port en eau profonde à Cap-au-Dauphin, de nouvelles études d'impact, commanditées par le ministère des Transports, étaient conduites dans la région de Leslie (Grosse-Ile). Outre le rapport général de Vaillancourt (1978) sur les possibilités de développement du port, d'autres travaux s'intéressaient au transport littoral (Ouellet, 1977; Ouellet et Massé, 1978), à l'effet des houles (Koutitonsky et Gagnon,

*1 Recensés en 1978. Seulement 25 couples vers 1950.

*2 en 1975-76 selon Burton et al., 1979a

1977) ainsi qu'à la présence des glaces de dérive (Carter, 1976a, 1976b, 1977). Par ailleurs, 2 études écologiques étaient complétées: l'une par Brindle et Desrosiers (1978) portait sur la connaissance des conditions hydrologiques et des principaux biotopes; l'autre (Piette et al., 1978) comprenait 8 dossiers d'étude sur l'impact de l'implantation d'une structure portuaire à Leslie.

Après maints débats sur différents projets d'aménagement, le site du port fut établi dans la lagune de Grande-Entrée, dans sa partie nord. Le transport du sel se ferait donc par barges, lesquelles emprunteraient un chenal de navigation qu'il faudrait creuser depuis le quai de chargement jusqu'à l'entrée de la lagune. Or "l'existence d'une lagune dépend de l'équilibre précaire que la nature, ou l'homme derrière, parvient à maintenir" (Larras, 1964 selon Ouellet, 1979a). Ainsi, en plus des problèmes posés par la construction et l'utilisation des installations pour le chargement du sel, se superposaient les problèmes des effets de dragage et d'immersion des matériaux draqués.

La Société Minière Louvem Inc. réalisait donc, par l'intermédiaire de l'Université Laval et du CREM (Centre de Recherches écologiques de Montréal), un certain nombre d'études d'impact tant physique que biologique. Suite à une recherche générale de faisabilité du projet de sel (S.N.C./Dim. Env., 1979), la Cie nationale de forage et sondage Inc. (1979) explorait le fond de la lagune. Ouellet, de son côté, évaluait l'importance du transport littoral dans la lagune de Grande-Entrée et surtout au niveau du quai de chargement (Ouellet, 1979b); une recherche bibliographique (Ouellet, 1979a) le conduisait à retracer les conditions de stabilité naturelles à l'embouchure de la lagune et à proposer des travaux d'aménagement dans le but de draguer la barre de sable et de faciliter le transport du sel par barges. Un modèle réduit relatif au brassage des sédiments causé par le passage des barges dans le milieu lagunaire fut établi (Ouellet, 1979c) afin de chercher une solution pratique pour minimiser cet impact.

De son côté, et suite au mémoire présenté aux audiences publiques (Burton et al., 1978), le CREM examinait, d'un point de vue bibliographique, plusieurs aspects écologiques: le transport du sel par barges (Burton et al., 1979a), les différentes possibilités d'utilisation des matériaux de dragage (Burton et al., 1979b), la construction et l'utilisation des installations portuaires (Burton et al., 1979c) et leurs impacts sur le milieu lagunaire. Ces données sont cependant très incomplètes puisqu'aucune collecte sur le terrain n'a été effectuée par les chercheurs. Des échantillons furent par contre prélevés au printemps et à l'été 1979 et analysés par la suite (Burton et al., 1979d). Pour la faune benthique, 2 transects correspondant au tracé du chenal furent échantillonnés en 29 et 43 points. L'identification s'est malheureusement arrêtée aux grands groupes benthiques. Une étude plus particulière du homard et un questionnaire aux pêcheurs de hareng vinrent compléter les données. La synthèse de ces 4 documents est présentée dans le rapport final (Burton et al., 1980) qui propose des mesures d'atténuation des impacts.

Afin de déterminer les zones les plus favorables pour l'immersion en mer, Environnement Canada (1980) fournissait une étude du potentiel biologique des régions de la Gaspésie et des Iles-de-la-Madeleine. La même année, le CAREM (Comité aviseur des rejets en mer) (1980) faisait son rapport d'inspection et en 1981, le ministère de l'Environnement (1981a) délivrait les permis de dragage et de dépôts conformément à la Loi sur l'immersion de déchets en mer. Des modifications aux opérations de dragage et d'immersion étaient aussi apportées (ministère de l'Environnement, 1981b).

Dans le cadre d'un suivi des opérations, le CREM continuait sa surveillance de la turbidité (Burton, 1981a) et des effets du dragage hydraulique sur le homard (Burton,

1981b et 1981c) ainsi que l'évaluation des impacts environnementaux reliés à l'immersion des matériaux dragués dans les fonds de la lagune, zones "E" et "F" (Burton et Drapeau, 1981). Quelques échantillons de la faune benthique et ichtyologique furent recueillis à l'été 1981.

En 1982, une étude semblable (Burton et Drapeau, 1982) était conduite autour du dépôt "D" proche d'une zone de pêche à homard: des organismes récoltés en plongée sous-marine permirent d'évaluer les peuplements des fonds rocheux. Les fonds de sable furent par la même occasion, très rapidement évalués et considérés comme pauvres en benthos.

1.3.2 Caractéristiques des opérations de dragage et d'immersion

L'ensemble des caractéristiques concernant les opérations de dragage du chenal et d'immersion des matériaux dragués apparaît aux tableaux 1 et 2.

Pour chaque site de dragage, le responsable, en l'occurrence les Mines Seleine Inc., a fait parvenir au ministère de l'Environnement du Canada une demande de permis d'exécution. Chaque demande contenait, entre autres, toutes les informations relatives aux opérations telles que la quantité et le type de matériel à draguer, les sites de chargement et d'immersion ... Le Ministère a accordé les permis nécessaires en vertu de la loi sur l'immersion en mer avec, en certains cas, des restrictions quant à la date du déroulement des opérations. De plus, des mesures de protection ont été observées.

Ainsi, par exemple, un protocole a été mis au point avec la Division de la recherche sur les pêches du ministère des Pêches et des Océans pour prévenir les effets des opérations sur le homard, au cours de l'automne 1981. A cet effet, un programme de chalutage était mené, de jour et de nuit, en avant de la drague en opération. 242 homards ont pu, de cette façon, être capturés et relocalisés entre le 23 septembre et le 31 octobre.

1.3.3 Etude de l'habitat du poisson autour des îlots: objectifs

Indépendamment de tous ces travaux mentionnés, la présente recherche se propose d'étudier l'habitat du poisson suite à la création d'îlots de sable provenant des déblais de dragage.

L'étude de l'effet des matériaux de dragage demande de connaître les organismes biologiques reliés au substrat puis d'évaluer l'effet des dépôts de sable sur les organismes recensés.

Ainsi, et de façon plus précise, il s'agit tout d'abord d'identifier les différents habitats puis de connaître la distribution et l'abondance des principales espèces biologiques rencontrées dans chaque habitat.

Les interrelations substrat-organismes seront ensuite mises en évidence: elles permettront d'identifier le rôle de la lagune dans les cycles vitaux et la distribution de certaines espèces animales.

Ces connaissances pourront ultérieurement servir à l'évaluation des perturbations physiques, biologiques et humaines (pêches commerciales) provenant des îlots créés par le dépôt des matériaux de dragage.

CHAPITRE II

MATERIEL ET METHODES D'ECHANTILLONNAGE

2.1 Aire d'étude

S'étendant sur environ 25 km, la lagune de Grande-Entrée couvre une superficie de

Tableau 1: Caractéristiques des opérations de dragage du chenal de navigation*[1]; lagune de Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Caractéristiques / Lieu de dragage	Longueur du parcours dragué*2	Profondeur moyenne du chenal	Volume dragué
Intérieur de la lagune	6.0 km	7.5 m	2 451 500 m^3 de sable (et silt)
Extérieur de la lagune	1.8 km	8.0 à 8.5 m	225 à 260 000 m^3 de sable + 77 000 à 128 000 m^3 de roc

[1] Selon C.D. Howe Est Lmd (Burton et al., 1980)

[2] Longueur total du chenal: 10.2 km

Tableau 2: Caractéristiques physiques des aires de dépôts de dragage.

Nom du dépôt	Localisation (voir fig. 1)	Volume dragué (m^3)	Superficie recouverte (m^2)	Composition granulométrique du substrat sous le dépôt*1	Composition granulométrique du dépôt*1	Profondeur au lieu d'immersion (m)	Superficie intertidale créée (m^2)	Volume immergé (m^3)	Hauteur moyenne du dépôt (m)	Superficie utilisable (m^2)	Provenance des matériaux
A	Zone du convoyeur BT-24 et de l'entrepôt dans les prés salés	345 222	65 600 (38 000 z. inter. + 27 600 z. terrestre)		Sables fins et silt argileux	0 à 0.3	0	0		65 600	Près du quai
B	Au centre du rayon de la courbe du chenal de navigation	950 000	177 500 (700x250) z. infraiitt.		Sables fins. Un peu de silt argileux	3.0 à 3.5	8 800	504 200 (sur une hauteur moyenne de 2.5 m)	7.0	115 200	Près du quai et partie N. Est de la lagune
C	En face du port de Grande-Entrée	1 300 000	360 000 (1200x300) z. infraiitt.		Sables fins (et moyens)	1.0	29 600	360 000 (sur une hauteur moyenne de 2.5 m)	4.5	231 000	Partie SO de la lagune
D	Au large de l'embouchure de Grande-Entrée	574 069	140 000 (évalué)	Sables moyens et fins avec affleurements rocheux (grès rouges)	Sables moyens et fins recouverts de grès rouges désagrégés par endroits	13.0-14.0	0	565 000	4.0	0	Entrée et extérieur de la lagune
E*2	Au SE de l'Île Rouge	91 285	91 285	Sables fins et silt	Sables moyens et fins. Un peu de silt.	8.0	0	91 285		0	Différentes parties du chenal (nettoyage de sections draguées et excavation de nouvelles sections)
F	Fond de la lagune. A 1 100 m du chenal du navigation	61 813 (évalué)	500 000 (500x1000)	Aucun prélèvement	Idem	6.0	0	61 813	0.1 (Mx=0.50)	0	

*1 Sables moyens: 0.6 à 0.2 mm. Sables fins: 0.2 à 0.06 mm. Silt: < 0.06 mm.
*2 Site inexistant: E et F ont été étudiés mais seulement F a été sélectionné.

5 200 km^2 (Mousseau, 1979). Si certaines zones sont peu profondes (secteur sud-ouest), d'autres (secteur nord-est) présentent des profondeurs maximales de 7.6 m (selon Tiphane, 1976) et même de 9.8 m (selon Mousseau, 1979): c'est le plan d'eau le plus profond des Iles-de-la-Madeleine. Il communique avec la mer par un chenal d'environ 1.6 km de largeur (De Sève et al., 1978).

Le secteur étudié comprend cette lagune ainsi que la zone côtière proximale située à l'extérieur, depuis l'embouchure jusqu'à l'île Shag.

2.2 Identification des habitats

Les recherches bibliographiques et des observations sur le terrain ont permis de délimiter un certain nombre d'habitats définis selon leur localisation, leur granulométrie, leur type de végétation et la profondeur à laquelle ils sont situés. Ainsi 10 habitats types ont pu être sélectionnés; 3 d'entre eux correspondent aux dépôts de matériaux de dragage. La répartition des habitats ainsi que leur description sont présentées à la figure 1 et au tableau 3.

2.3 Echantillonnage des organismes aquatiques

L'ichtyofaune et la faune benthique ont été répertoriées en fonction des types de substrat. Un accent particulier a été mis sur les poissons de fond recherchés pour la pêche commerciale tels les Pleuronectidae et les Bothidae qui servent d'appât dans les cages à homards.

Les méthodes d'échantillonnage et d'analyse sont différentes selon qu'il s'agit:

- des organismes benthiques, vivant à l'intérieur du sédiment (endofaune) sur une profondeur de 0 à 10 cm.
- des organismes épibenthiques, vivant sur le sédiment (de 0 à 5 cm), et nectobenthiques se déplaçant au-dessus du sédiment (de 0 à 70 cm), cette limite correspondant à la hauteur du chalut).

Afin d'étudier les possibles variations spatio-temporelles de ces différents types de peuplement, 3 campagnes d'échantillonnage furent planifiées en 1982: les 2 premières, à l'été, d'abord en juin-juillet (période I), puis en août (période II) et enfin la troisième, à l'automne, en octobre (période III).

A chacune de ces campagnes, tous les habitats (cf figure 1) ont été échantillonnés, à l'exception des habitats I, VII, VIII et X, jugés secondaires et non visités à l'automne.

2.3.1 Organismes endobenthiques

Pour chaque période d'échantillonnage, 2 échantillons répétitifs ont été prélevés de façon aléatoire dans 3 stations de chaque habitat.

Pour des raisons d'efficacité, 2 types de benne ont dû être employés. La benne Ponar, prélevant une surface de 1/16 m^2, fut d'abord employée au mois de juin. Même si cette benne semblait efficace, nous avons préféré utiliser, pour les autres périodes, une benne plus lourde de type Van Veen et de 1/10 m^2, afin d'assurer une meilleure pénétration dans le sédiment. Pour chacun de ces engins, le volume minimal décrit par Lie (1968) a été respecté. Les échantillons recueillis ont été transférés sur un tamis dont les mailles sont de 1 mm de côté, limite du macrobenthos. Les refus de tamis ont ensuite été conservés dans un mélange d'alcool à 70% et de glycérine à 4%, pour analyses ultérieures.

Au laboratoire, la totalité du prélèvement récolté est trié sous la loupe binoculaire et identifié à l'espèce dans la plupart des

FIGURE I.
EMPLACEMENTS DES HABITATS;
LAGUNE DE GRANDE-ENTRÉE,
ÎLES-DE-LA-MADELEINE,
1982.

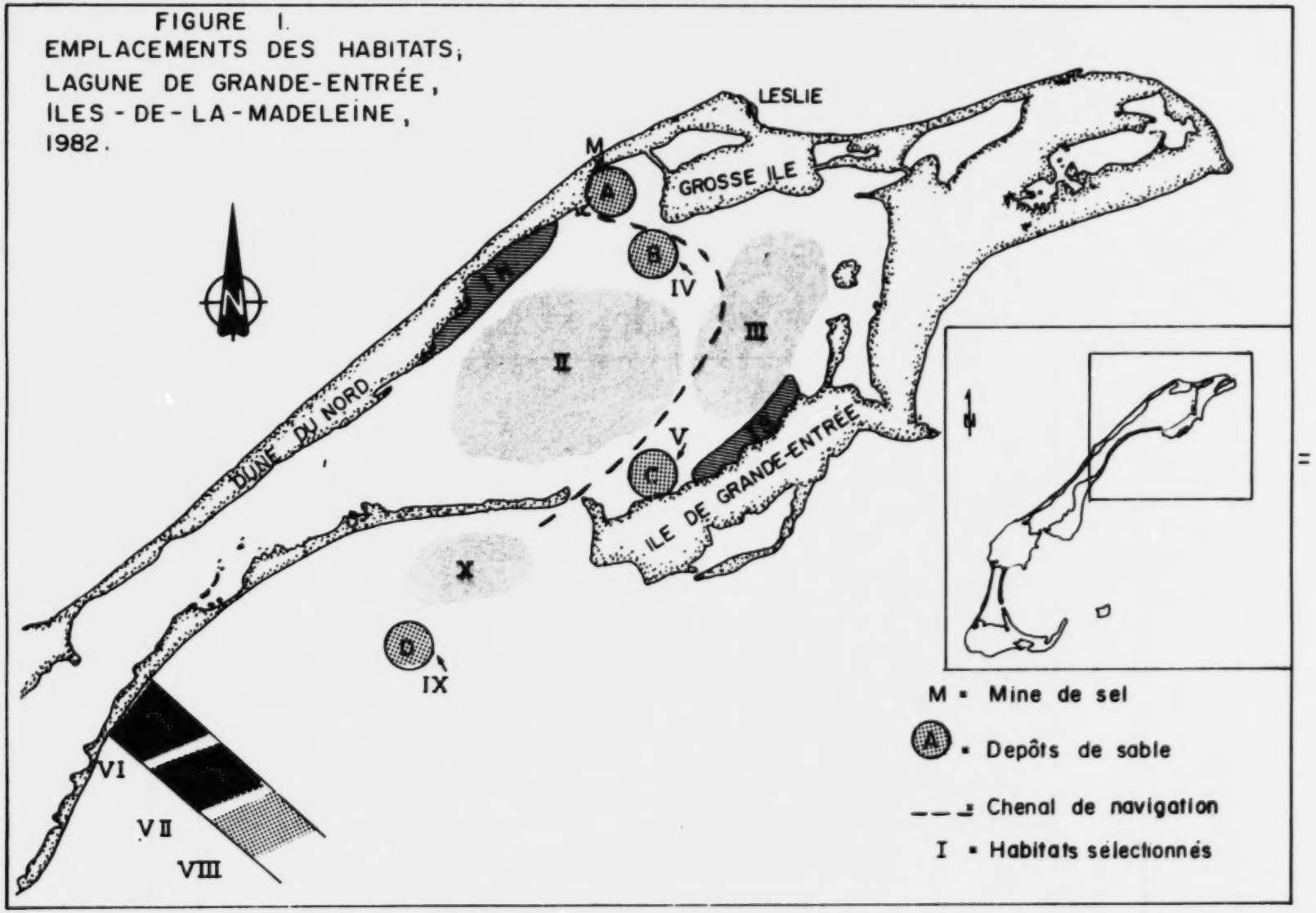

Tableau 3: Description des habitats échantillonnés; lagune et côte de Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Nos des habitats	Caractéristiques des habitats	Localisation	Substrat	Végétation	Profondeur en m (pi)
LAGUNE	I	Zone de bordure nord et sud (IN et IS)	Sablo-vaseux	Herbiers de zostères	2-2.5 (6-8)
	II	Zone sud-ouest	Vaso-sableux	AZM*2 en forte abondance	2-3.5 (6-11)
	III	Zone nord-est	Sablo-vaseux*1	AZM*2 peu abondantes	3-7 (10-21)
	IV	Ilôt artificiel B (en face de la mine de sel)	Sablo-vaseux*1	AZM*2 en forte abondance	2-3 (6-10)
	V	Ilôt artificiel C (en face du village de Grande-Entrée)	Sableux	AZM*2 peu abondantes	2-3 (6-10)
LAGUNE OU COTE	VI	Près de la côte (Transect côtier)	Sable fin	Rare: quelques laminaires	2-5 (6-15)
	VII	Au milieu (Transect côtier)	Sable fin	Rare: quelques laminaires	5-10 (15-30)
	VIII	Au large (Transect côtier)	Sable fin	Rare: quelques laminaires	10-20 (30-60)
	IX	Dépôt artificiel D (submergé)	Grès rouge	Rare: quelques laminaires	14-15 (42-45)
	X	Embouchure (hydrodynamisme particulier)	Sable fin	Rare: quelques laminaires	3-7 (9-21)

*1 Avec, par endroits, des poches de vase.
*2 AZM: Algues et zostères mortes.

ces. Les données sont ensuites compilées en tableaux qui présentent, pour chaque espèce, une moyenne d'abondance des individus pour les 3 stations mentionnées (annexe 1).

Par ailleurs, et aux mêmes stations que précédemment, un aliquot de 150 g de sédiment fut prélevé et congelé en vue d'analyser la granulométrie et la matière organique.

2.3.2 Organismes épibenthiques et nectobenthiques, poissons et espèces compagnes

Un chalut à perche *1, équipé d'un filet de 5 cm de maille étirée, fut utilisé pour draguer 3 à 6 fois chaque habitat aux différentes périodes de récolte. Le temps de chalutage variait de 1 à 15 minutes selon la vitesse de colmatage du filet, cette dernière dépendant de la végétation présente sur les fonds. De plus, une doublure de fond (maille: 2 mm) fut installée lors d'un trait de chalut par habitat aux périodes II et III. La récolte de ces petits organismes permit de compléter l'image de la distribution des espèces piscicoles et compagnes.

Tous les poissons chalutés furent soigneusement identifiés, dénombrés et mesurés au cm près. Les espèces principales de la famille des Pleuronectidae et Bothidae, à savoir la Plie rouge (Pseudopleuronectes americanus), la Limande à queue jaune (Limanda ferruginea) et le Turbot des sables (Scophthalmus aquosus), étaient ramenées au laboratoire pour que s'achève la prise des données biologiques. Seuls les contenus stomacaux étaient immédiatement prélevés et conservés dans l'alcool à 70% afin d'éviter la dilution enzymatique post-mortelle.

Quant aux espèces compagnes, comme les crustacés, mollusques, etc., elles furent aussi identifiées et dénombrées. Les homards et les crabes furent mesurés au mm près en vue de compléter certaines études antérieures*2.

Au laboratoire, des données biologiques concernant la longueur (au mm près), le poids, les otolithes, le sexe et la maturation des gonades, ont été notées ou prélevées pour analyses ultérieures.

2.4 Méthode de calcul

Lorsque les tableaux de détermination des prélèvements sont établis, des coefficients et indices, qui serviront à l'interprétation biocoenotique de la zone d'étude, sont calculés.

2.4.1 Coefficients calculés

A: Abondance. L'abondance d'une espèce est le nombre d'individus vivants de cette espèce dans un prélèvement donné (Picard, 1965).

d: Densité. La densité d'un peuplement, d'une communauté, d'une espèce est le nombre d'individus vivants de cette espèce par unité de surface (Vatova, 1949).

D: Dominance. La dominance d'une espèce est le nombre d'individus de cette espèce par rapport au nombre d'individus de toutes les espèces contenues dans le même prélèvement. La valeur numérique de la dominance est exprimée en pourcentage (Picard, 1965).

$$Da = \frac{Na}{Na + Nb + Nc \text{ etc.}}$$

*1 3.0 m d'ouverture horizontale et 0.7 m de hauteur.

*2 Comme celle de Munro et Therriault, 1981.

où Da = dominance de l'espèce a dans le prélèvement considéré
Na, Nb, Nc, etc. = nombre des individus des espèces a, b, c.

Cette dominance n'apparaît pas sur les tableaux, mais elle servira pour le calcul de l'indice de similarité de Sanders (1960).

P: Degré de présence. Nombre de prélèvements dans lesquels l'espèce a été trouvée (Picard, 1965).

F: Fréquence. La fréquence représente aussi une notion relative à l'ensemble de la communauté. La fréquence d'une espèce dans une communauté est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de prélèvements où se trouve cette espèce (Degré de présence) sur le nombre total de prélèvements effectués dans cette communauté.

$$F = \frac{Pa}{P} \times 100$$

où F = la fréquence de l'espèce a dans le peuplement ou la communauté considérée
Pa = le nombre de prélèvements où se trouve cette espèce a
P = le nombre total de prélèvements effectués.

Guille (1970) souligne dans son travail qu'on peut, comme certains biologistes terrestres (Bodenheimer, 1958 et Dajoz, 1966), distinguer des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence.

On distinguera ainsi trois catégories d'espèces:

1. Les espèces constantes qui sont présentes dans 50% ou plus des prélèvements effectués dans une même communauté.

   F supérieure ou égale à 50%

2. Les espèces communes présentes seulement dans 10 à 49% des prélèvements.

   F comprise entre 10 et 49%

3. Les espèces rares présentes dans moins de 10% des prélèvements

   F inférieure à 10%

2.4.2 Indice de diversité de Shannon-Weaver et d'équitabilité

Pour l'étude des variations mensuelles par station, nous avons décidé d'employer l'indice de diversité spécifique de Shannon-Weaver

$$Ish \text{ ou } H = -\sum_{i=1}^{s} \frac{Ni}{N} \log_2 \frac{Ni}{N}$$

où H est l'indice de diversité, s le nombre de groupes taxonomiques, Ni le nombre d'individus dans le premier groupe taxonomique et N représente le nombre d'individus à la station.

Cet indice, qui est très employé en écologie, nous permet d'effectuer une mesure de la composition en espèces d'un écosystème, en terme du nombre d'espèces et de leurs abondances relatives (Legendre et Legendre, 1979). La diversité spécifique est constituée de deux entités; d'une part, la richesse en espèces, et d'autre part, l'abondance relative de chaque espèce ou la régularité de leur distribution de fréquence (Lloyd et Ghelardi, 1964). L'indice de diversité, selon Legendre (1973), indique que le nombre d'espèces présentes dans une communauté est fonction de la stabilité du milieu. Par contre, la régularité ou équitabilité de la distribution des espèces sera inversement proportionnelle à l'activité biologique, c'est-à-dire, plus basse est la

régularité, plus élevée sera l'activité biologique (production, cycles vitaux, etc.). Par contre, un indice de régularité élevé peut illustrer une compétition interspécifique faible (Legendre et Legendre, 1979).

Pour le calcul de l'indice d'équitabilité ou de régularité, nous avons utilisé la formule proposée par Pielou (1966):

$$\varepsilon = J = \frac{H}{H\ max}$$

où ε ou J étant la composante d'équitabilité ou régularité, H, la diversité spécifique et H max, la diversité spécifique théorique maximale lorsque toutes les espèces sont représentées en proportions égales.

2.4.3 Degré d'affinité de Sanders (1960), diagramme-treillis

Le degré d'affinité de Sanders (1960) permet de comparer des couples de stations entre elles. Cet indice évalue la similarité, ou la non similarité faunistique d'un taxon, de familles ou d'un peuplement complet. La comparaison porte sur la liste complète des espèces communes de deux prélèvements ainsi que sur la représentation numérique (dominance de celles-ci). Les prélèvements sont comparés deux à deux; chaque espèce commune aux deux prélèvements se voit affecter une valeur égale à la dominance la plus faible obtenue dans l'un ou l'autre prélèvement. Le degré d'affinité, exprimé en pourcentage, est égal à la somme de ces dominances minimales.

Une fois ces différentes valeurs obtenues, une matrice, le diagramme-treillis, (Kulczynski, 1927; Renkonnen, 1938) est utilisée pour comparer, non plus l'affinité des prélèvements pris deux à deux, mais par rapport à l'ensemble. Les prélèvements sont rangés en fonction de l'analyse sédimentologique et selon la distance par rapport à la côte qu'occupent ces diverses stations. Ces valeurs sont placées suivant une abscisse et une ordonnée et, au point d'intersection des prélèvements pris deux à deux, la valeur de leur degré d'affinité est donnée. En général, les hautes valeurs sont regroupées près de la diagonale et les groupes de prélèvements affines, dont il restera à déterminer la valeur biocoenotique, sont mis en évidence (Guille, 1970).

2.4.4 Analyse factorielle des correspondances

L'analyse des correspondances a été utilisée pour décrire le tableau de contingence stations-espèces de la faune ichtyologique. Cette analyse, non affectée par les doubles absences, donne de bons résultats dans les études synécologiques (Chardy et al., 1976). L'avantage de cette méthode réside dans le fait qu'elle cherche la "meilleure" représentation simultanée des points stations et des points espèces dans un système commun d'axes orthogonaux. La quantité d'information extraite par chacun des axes est exprimée en pourcentage de variance expliquée, étant entendu que, par définition, le premier axe factoriel extrait le maximum d'information.

L'interprétation de l'analyse est fondée sur l'examen des projections des nuages de points sur les plans formés par les axes pris deux à deux et sur les valeurs des contributions: la contribution absolue est la part prise par un point particulier dans la construction d'un axe et la contribution relative représente le pourcentage de la variance d'un point expliquée par un axe. Elle mesure la qualité de la représentation de ce point sur l'axe. Le programme informatique utilisé ici est celui décrit par Lebart et Fénélon (1975).

CHAPITRE III

ANALYSE DE LA COMPOSITION BIOCOENOTIQUE

3.1 Granulométrie

Selon plusieurs auteurs (en particulier Ledoyer, 1971), la texture des sédiments a une influence prépondérante sur la répartition des organismes benthiques. Elle est donc essentielle pour une première compréhension de leurs distributions et de leurs exigences. De plus, dans notre étude, la granulométrie revêt une importance primordiale du fait que l'on étudie des zones qui ont subi des perturbations anthropogéniques telles que le dépôt de matériaux dragués sur des structures sédimentaires en place. Ces sites artificiels seront comparés à des stations témoins, milieux avoisinants n'ayant subi aucune modification.

L'analyse granulométrique du sédiment a été effectuée sur les échantillons prélevés selon la méthode de Rivière (1977). Celle-ci nous permet d'obtenir les fractions carbonatées, organiques, pélitiques et arénitiques telles que définies par Folk (1968) et Berthois (1975). Cette analyse se fait par tamisage, pour la partie grossière (gravier, sable), et à l'aide d'un compteur de particules (modèle TA), pour la partie fine. L'intervalle de mesure est le quart de phi, selon la méthode citée dans Dyer (1979). Les résultats sont présentés au tableau 4.

Tableau 4: Composition granulométrique du substrat dans les habitats définis; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Habitat	% gravier	% sables	% limon	% argile
In*1	0.0000	99.681	0.319	0.000
II	0.0000	72.982	13.941	13.078
III	0.0000	98.414	1.040	0.547
IV	0.0000	97.968	1.381	0.641
V	0.0000	98.686	1.314	0.000
VI	0.0000	99.918	0.181	0.000
VII	0.0420	99.124	0.771	0.063
VIII	0.0000	99.614	0.386	0.000
IX	0.0790	96.485	3.436	0.000
X	0.0000	99.862	0.138	0.000
Is*1	0.0000	99.795	0.205	0.000

*1 In = habitat I nord Is = habitat I sud.

La composition granulométrique du tableau 4 montre, qu'à une exception près, tous les habitats sont constitués par des sables (96% et plus); seul l'habitat II est constitué de sables vaseux (27% de vase par rapport à 73% de sables). Ledoyer (1971), dans ses travaux effectués dans la Baie des Chaleurs, définit les fonds de sables fins terrigènes comme ceux contenant 80% et plus de sables. Tous nos habitats, à l'exception de l'habitat II, correspondent donc à ce biotope de sables fins.

La matière organique, qui sert d'alimentation à plusieurs espèces, est un indicateur de la richesse du milieu. Quelle que soit la période, les valeurs de matière organique, présentées au tableau 5, sont faibles (< 1%) sauf pour les habitats IX (1.06%) et III (2.07%). Au cours de la saison, ces teneurs en matière organique apparaissent constantes ou en légère diminution.

Tableau 5: Pourcentage de matière organique pour chacune des périodes d'échantillonnage; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Périodes / Habitat	Période I	Période II	Période III
In*1	0.36	0.40	—
II	0.40	0.25	0.33
III	2.07	0.80	0.29
IV	0.35	0.85	0.34
V	0.84	0.32	0.28
VI	0.38	0.25	0.39
VII	0.71	0.31	—
VIII	0.46	—	—
IX	1.06	0.32	0.40
X	0.58	0.37	—
Is*1	0.55	—	—

*1 In = habitat I nord Is = habitat I sud.

3.2 Composition de la faune benthique

Le nombre total d'organismes benthiques présents sur l'ensemble des 26 stations est de 23 798 individus. Cette abondance globale se répartit selon un gradient croissant au cours des saisons: 4 600 individus en juin-juillet, 7 926 individus au mois d'août et 11 272 individus en octobre (alors qu'à cette époque seulement 6 des 10 habitats ont été échantillonnés). Les organismes se répartissent en 112 taxons, soient 102 espèces additionnées de 7 familles, 1 genre et 2 stades larvaires qu'il a été impossible de déterminer plus précisément.

3.2.1 Analyse qualitative et quantitative des principaux groupes zoologiques

Pour l'analyse qualitative et quantitative des peuplements, les taxons ont été regroupés en 14 grands groupes zoologiques (tableaux 6, 7 et 9). L'analyse a porté, d'une part, sur l'ensemble des habitats, et d'autre part, sur la comparaison entre les habitats de l'intérieur et ceux de l'extérieur de la lagune.

3.2.1.1 Ensemble des habitats

L'analyse qualitative (tableau 6) relate une diminution du nombre des espèces de la période I à la période III, cette dernière ayant cependant été sous échantillonnée. Le groupe des Polychètes est le mieux représenté pour les 3 périodes avec respectivement 33.3%, 39.7% et 25.5%. Viennent ensuite les Gastéropodes et les Lamellibranches (ou Bivalves), puis les Crustacés avec le groupe des Amphipodes, qui dominent aux trois périodes.

L'analyse quantitative des organismes sur l'ensemble des habitats montre, au contraire, une abondance croissante au cours des saisons: 4 600 individus en juin-juillet, 7 926 individus en août et 11 272 individus en octobre (malgré le sous-échantillonnage). L'augmentation de cet effectif est due à un recrutement ponctuel important de certaines espèces de Lamellibranches et d'Echinodermes.

Les Lamellibranches, groupe le plus abondant, ont un nombre d'individus qui augmente dans le même sens que précédemment, soit, en pourcentage, 54.0, 58.3 et 68.6 respectivement, pour les périodes I, II et III. Les espèces les mieux représentées sont toutes trois caractéristiques d'un peuplement de sables fins terrigènes (défini par Ledoyer, 1971). Il s'agit de Tellina agilis, avec 45.2% de la faune totale en juin (et seulement 2.2% en octobre), ainsi que de Siliqua costata

Tableau 6: Analyse qualitative et quantitative sur l'ensemble des habitats intérieurs et extérieurs à la lagune; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

	Période I				Période II				Période III			
	N. sp.	%N. sp.	N. Ind.	%N. Ind.	N. sp.	%N. sp.	N. Ind.	%N. Ind.	N. sp.	%N. sp.	N. Ind.	%N. Ind.
CNIDAIRE	1	1.1	3	0.07	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
CTENAIRE	1	1.1	6	0.13	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
POLYCHETES	29	33.3	1273	27.67	29	39.72	1825	23.02	12	25.53	331	2.94
OLIGOCHETES	1	1.1	17	0.37	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
SIPUNCULIDES	1	1.1	6	0.13	0	0.00	0	0.00	1	2.13	12	0.11
GASTEROPODES	12	13.8	440	9.57	14	19.18	309	3.90	7	14.89	782	6.94
LAMELLIBRANCHES	12	13.8	2484	54.00	7	9.59	4621	58.30	10	21.27	7733	68.60
ISOPODES	4	4.6	48	1.04	3	4.11	31	0.39	3	6.38	11	0.10
MYSIDACES	3	3.4	38	0.83	2	2.74	164	2.07	2	4.26	30	0.27
CUMACES	3	3.4	18	0.39	3	4.11	89	1.12	3	6.38	13	0.12
AMPHIPODES	15	17.2	130	2.83	7	9.59	255	3.22	5	10.64	63	0.56
DECAPODES	3	3.4	33	0.72	5	6.85	92	1.16	3	6.38	28	0.25
ECHINODERMES	2	2.3	104	2.26	1	1.37	526	6.64	1	2.13	2269	20.13
POISSONS	0	0.0	0	0.00	2	2.74	14	0.18	0	0.00	0	0.00
	87		4600		73		7926		47		11272	

Légende: N. sp. = nombre d'espèces % N. sp. = pourcentage du nombre d'espèces
N. Ind. = nombre d'individus % N. Ind. = pourcentage du nombre d'individus

et d'Ensis directus, celui-ci étant bien représenté au mois d'août (42.8%) par des individus juvéniles. Le mois d'octobre est dominé par 2 autres espèces caractéristiques du peuplement: Spisula solidissima et Spisula polynyma, dont la totalité des individus sont juvéniles; aucun individu adulte n'a pu être récolté avec la benne en raison de la vive capacité d'enfouissement de ces organismes[a]. Toutes les autres espèces, à l'exception de Mya arenaria et de Macoma balthica, appartiennent au peuplement de sables fins terrigènes mentionné précédemment.

La classe des Polychètes est le deuxième groupe le mieux représenté dans les 2 premières périodes (27.6%, 23.0% et seulement 2.9% de l'ensemble de la faune pour les périodes I, II et III). Les espèces dominantes sont, par ordre décroissant, au mois de juin: Aricidea jeffreysi, Spiophanes bombyx, Eteone longa, Clymenella torquata, Nephthys caeca et N. bucera. Ces six espèces, selon Pettibone (1963) et Bellan (1977-1978), se rencontrent sur les fonds de nature sableuse. Pettibone (1963) considère C. torquata comme une espèce euryhaline. Pour les 2 autres périodes, il faut ajouter Sthenelais boa qui, selon le même auteur, est une espèce associée aux fonds sableux des zones intertidales.

Les Gastéropodes viennent en troisième lieu et dominent même les Polychètes à la période III (9.6, 3.9 et 6.9% de l'ensemble de la faune aux périodes I, II et III). Caractéristique des sables fins terrigènes, Nassarius trivittatus est l'espèce la plus abondante en juin et août alors qu'elle est supplantée en octobre par Retusa canaliculata. La présence de nombreuses littorines (Littorina sp.) est à souligner; ces espèces brouteuses, plus généralement liées au substrat rocheux, se rencontrent aussi sur des fonds riches en matière organique et en débris végétaux.

Viennent ensuite les Crustacés avec surtout les Amphipodes. Les espèces les mieux représentées, toutes caractéristiques des sables fins terrigènes sont: Psammonyx nobilis, Phoxocephalus holbolli, Pontogenia inermis, Hippomedon serratus. La liste s'achève avec le groupe des Echinodermes, notamment le Dollar des sables, Echinarachnius parma, associé aux sables fins terrigènes et représentant 20.1% de la faune totale au mois d'octobre.

3.2.1.2 Extérieur-intérieur de la lagune

A l'intérieur de la lagune (tableau 7), le nombre d'espèces diminue au cours de la saison (60, 47 et 34 espèces pour les périodes I, II et III). Les Polychètes, les mieux représentées aux 2 premières périodes (37.0 et 42.5% du nombre total d'espèces), sont légèrement dominées par les Lamellibranches en période III (26.5 et 29.4% respectivement), (tableau 7). En nombre d'espèces toujours, ce sont, chez les Mollusques, les Gastéropodes qui dominent les Lamellibranches en périodes I et II et, chez les Crustacés, les Amphipodes qui dominent les autres groupes en périodes I et III; les Echinodermes sont par contre totalement absents de la lagune. En nombre d'individus, les Lamellibranches et les Polychètes dominent aussi à chacune des périodes sauf en octobre pour les Polychètes. Il est intéressant de noter les espèces dominantes à chacune des périodes et de constater que la plupart d'entre elles sont associées aux sables fins terrigènes. Les espèces les plus abondantes à chacune des périodes sont présentées au tableau 8.

[a] Ledoyer (1971) rapporte aussi ces faits.

Tableau 7: Analyse qualitative et quantitative pour les habitats intérieurs de la lagune; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

	Période I				Période II				Période III			
	N. sp.	%N. sp.	N. ind.	%N. ind.	N. sp.	%N. sp.	N. ind.	%N. ind.	N. sp.	%N. sp.	N. ind.	%N. ind.
CNIDAIRE	1	1.7	3	0.12	0	0.00	0	0.00	0	0.0	0	0.00
CTENAIRE	0	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.0	0	0.00
POLYCHETES	22	37.0	977	40.29	20	42.50	375	32.08	9	26.5	85	1.04
OLIGOCHETES	1	1.7	9	0.37	0	0.00	0	0.00	0	0.0	0	0.00
SIPUNCULIDES	0	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.0	0	0.00
GASTEROPODES	9	15.0	318	13.11	12	25.50	231	19.76	6	17.6	728	8.92
BIVALVES	8	13.3	996	41.07	7	14.90	349	29.85	10	29.4	7301	89.41
ISOPODES	3	5.0	19	0.78	0	0.00	0	0.00	2	5.9	6	0.07
MYSIDACES	3	5.0	17	0.70	2	4.25	156	13.34	2	5.9	13	0.16
CUMACES	0	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.0	0	0.00
AMPHIPODES	11	18.3	80	3.30	2	4.25	4	0.34	3	8.8	14	0.17
DECAPODES	2	3.3	6	0.25	4	8.50	54	4.62	2	5.9	19	0.23
ECHINODERMES	0	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.0	0	0.00
POISSONS	0	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.0	0	0.00
	60		2425		47		1169		34		8166	

Tableau 8: Espèces dominantes (et nombre d'individus) pour chaque période, à l'intérieur de la lagune.

Période I

Polychètes: E. longa (165), N. caeca (49), A. jeffreysii (302), S. acutus (54), P. ciliata (72), C. Torquata (134).
Gastéropodes: H. minuta (120), N. trivittatus (70), R. canaliculata (66).
Lamellibranches: S. solidissima (137), T. agilis (803).
Crustacés: P. holbolli (22).

Période II

Polychètes: N. caeca (48), A. jeffreysii (103).
Gastéropodes: L. saxatilis (39), N. trivittatus (72), R. canaliculata (64).
Lamellibranches: S. solidissima (103), T. agilis (168).
Mysidacées: M. stenolepis (138).

Période III

Polychètes: N. caeca (29).
Gastéropodes: L. littorea (34), N. trivittatus (43), R. canaliculata (641).
Lamellibranches: S. solidissima (1228), S. polynyma (5866), T. agilis (154).

Certaines d'entre elles ne se retrouvent qu'à l'intérieur de la lagune: A. jeffreysii, E. longa, S. acutus, P. ciliata et C. torquata chez les Gastéropodes, S. solidissima et S. polynyma pour les Lamellibranches. Ainsi, mais à l'exception de P. ciliata, H. minuta et Littorina sp., toutes les espèces mentionnées sont liées aux biotopes de sables; leurs présences dans la lagune pourraient correspondre à une adaptation aux variations de température et de salinité (cf. C. torquata), ou encore à la présence d'un sédiment sablo-vaseux (cf. A. jeffreysii, selon Pettibone, 1963).

A l'extérieur de la lagune (tableau 9), le nombre d'espèces diminue aussi au cours de la saison, les Polychètes étant le groupe majoritairement représenté aux 3 périodes (56.9, 41.0 et 23.3%). Viennent ensuite les Lamellibranches et les Gastéropodes, puis les Crustacés (Amphipodes surtout) et les Echinodermes (3.9, 1.8 et 3.3% de l'ensemble) du peuplement. En nombre d'individus, les Lamellibranches, les plus abondants, sont cependant dominés en octobre par les Echinodermes (avec 73.0% de l'ensemble des individus). En 2e et 3e rang, pour les périodes I, II puis III sucessivement, viennent les Polychètes avec 13.6, 21.5% et 7.9% du nombre total. Les espèces les plus abondantes à chacune des périodes sont présentées au tableau 10.

Tableau 9: Analyse qualitative et quantitative pour les habitats extérieurs de la lagune; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

	Période I				Période II				Période III			
	N. sp.	%N. sp.	N. ind.	%N. ind.	N. sp.	%N. sp.	N. ind.	%N. ind.	N. sp.	%N. sp.	N. ind.	%N. ind.
CNIDAIRE	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0.00
CTENAIRE	1	2.0	6	0.28	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0.00
POLYCHETES	15	56.9	296	13.61	23	41.0	1450	21.50	7	23.3	246	7.92
OLIGOCHETES	1	2.0	8	0.37	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0.00
SIPUNCULIDES	1	2.0	6	0.28	0	0.0	0	0.00	1	3.3	12	0.39
GASTEROPODES	7	13.7	122	5.61	7	12.5	78	1.15	5	16.6	54	1.74
BIVALVES	9	17.6	1488	68.41	6	10.7	4272	63.20	16	20.0	432	13.89
ISOPODES	2	3.9	29	1.33	3	5.3	31	0.45	1	3.3	5	0.16
MYSIDACES	1	2.0	21	0.96	2	3.6	8	0.12	1	3.3	17	0.55
CUMACES	3	5.9	18	0.83	3	5.3	89	1.32	3	10.0	13	0.42
AMPHIPODES	7	13.7	50	2.30	5	8.9	251	3.71	3	10.0	49	1.52
DECAPODES	2	3.9	27	1.24	4	7.1	38	0.56	2	6.6	9	0.29
ECHINODERMES	2	3.9	104	4.78	1	1.8	526	7.78	1	3.3	2269	73.00
POISSONS	0	0.0	0	0.00	2	3.6	14	0.21	0	0.0	0	0.00
	51		2175		56		6757		30		3108	

Tableau 10: Espèces dominantes (et nombre d'individus) pour chaque période, à l'extérieur de la lagune.

Période I	
Polychètes:	S. bombyx (175), N. caeca (36).
Gastéropodes:	N. trivittatus (66),
Lamellibranches:	S. costata (45), S. solidissima (40), T. agilis (803).
Echinodermes:	E. parma (98).
Période II	
Polychètes:	S. bombyx, S. boa (193), P. groenlandica (157), N. cantabra (144),
Gastéropodes:	N. trivittatus (44).
Lamellibranches:	E. directus (3390), T. agilis (785).
Crustacés:	P. nobilis (142).
Echinodermes:	E. parma (526).
Période III	
Polychètes:	N. caeca (9), G. dibranchiata (21).
Lamellibranches:	G. gemma (224).
Echinodermes:	E. Parma (2269, surtout juvéniles).

La comparaison des 2 milieux, intérieur et extérieur de la lagune, montre que dans les 2 cas, le nombre d'espèces diminue au cours de la saison et que certains taxons présentent un nombre très élevé d'individus. Le peuplement est dominé par, en ordre décroissant: les Lamellibranches, les Polychètes, les Gastéropodes, les Crustacés et les Echinodermes. Par ailleurs, la plupart des espèces appartiennent au peuplement de sables fins terrigènes installé tant sur la côte qu'à l'intérieur de la lagune; cette dernière, légèrement envasée et recouverte de nombreux débris végétaux (algues mortes et Zostera marina), abrite plus particulièrement certains herbivores comme les Littorines. Par contre, les Echinodermes, d'ailleurs réputés sténohalins, ne se rencontrent qu'à l'extérieur.

3.2.2 Classification des principales espèces

Calculé pour l'ensemble des habitats, à chacune des périodes, le coefficient de fréquence (Guille, 1970) permet de mettre en évidence les espèces constantes dont la fréquence est supérieure à 50% (tableau 11). Treize, vingt puis seize espèces ont été classées constantes aux périodes I, II et III successivement. Les espèces dont la fréquence est supérieure à 90% à chacune des périodes sont, chez les mollusques, N. trivittatus et Tellina agilis, toutes deux caractéristiques exclusives des sables fins terrigènes (Ledoyer, 1971) et, chez les Polychètes, N. caeca et N. bucera, associés aux peuplements de sables (Bellan, 1977; Pettibone, 1963;...). Parmi les autres espèces constantes mentionnées, plusieurs d'entre elles sont caractéristiques des sables fins: S. bombyx, S. boa, N. longisetosa, S. solidissima, S. costata, E. montosa, E. parma et N. americana.

3.2.3 Richesse spécifique, diversité et équitabilité

D'une façon globale (ensemble des habitats et des périodes), il n'existe pas de différence marquée entre la richesse spécifique ou l'indice de diversité des habitats intérieurs et extérieurs, ni entre les îlots et les autres sites (tableau 12). Trois habitats ont une richesse spécifique qui diminue au cours de la saison; il s'agit des habitats I et VI, essentiellement côtiers et de l'habitat II, légèrement envasé. La richesse spécifique des autres habitats augmente en août et diminue en octobre, notamment aux habitats VIII, IV*1, VII et IX*1, ce dernier subissant la plus forte diminution de richesse spécifique à l'automne.

*1 îlots de dragage.

Tableau 11: Coefficient de fréquence des principales espèces pour l'ensemble des habitats et chacune des périodes; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Période I		Période II		Période III	
Nom d'espèces	% de fréquence	Nom d'espèces	% de fréquence	Nom d'espèces	% de fréquence
Nassarius trivittatus	90	Nephthys caeca	100	Nephthys caeca	100
Tellina agilis	90	Nassarius trivittatus	100	Nassarius trivittatus	100
Nephthys bucera	80	Tellina agilis	100	Tellina agilis	100
Nephthys caeca	70	Nephthys bucera	90	Glycera dibranchiata	83
Spiophanes bombyx	70	Cancer irroratus	90	Littorina littorea	83
Sthenelais boa	50	Gemma gemma	80	Cancer irroratus	83
Nephthys longisetosa	50	Sthenelais boa	70	Sthenelais boa	66
Littorina littorea	50	Ensis directus	70	Spisula solidissima	66
Hydrobia minuta	50	Neomysys americana	70	Gemma gemma	66
Spisula solidissima	50	Spiophanes bombyx	60	Clymenella torquata	50
Silliqua costata	50	Littorina littorea	60	Musculus discors	50
Edotea montosa	50	Musculus discors	60	Ensis directus	50
Echinarachnius parma	50	Mya arenaria	60	Mya arenaria	50
		Nephthys longisetosa	50	Pandora gouldiana	50
		Capitellidae sp.	50	Edotea montosa	50
		Neridines cantabra	50	Neomysis americana	50
		Edotea montosa	50		
		Mysis stenolepis	50		
		Vaunthompsonia cristata	50		
		Echinarachnius parma	50		

Tableau 12: Richesse spécifique, indices de diversité et d'équitabilité des habitats à chacune des périodes; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

HABITATS / PERIODES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
A. RICHESSE SPECIFIQUE										
P I	39	26	14	7	20	23	16	17	28	16
P II	25	21	14	21	24	22	30	35	37	20
P III	—	18	17	17	18	16	—	—	24	—
B. INDICE DE DIVERSITE DE SHANNON-WEAVER										
P I	3.93	3.27	1.74	2.30	3.34	3.58	1.53	2.36	3.17	2.78
P II	3.39	3.17	2.41	3.38	3.60	2.24	1.81	3.18	3.85	1.54
P III	—	2.76	1.10	3.42	2.36	2.46	—	—	0.79	—
C. INDICE D'EQUITABILITE										
P I	0.74	0.70	0.46	0.82	0.79	0.79	0.38	0.58	0.66	0.57
P II	0.73	0.72	0.63	0.77	0.79	0.50	0.37	0.62	0.74	0.36
P III	—	0.66	0.27	0.84	0.57	0.62	—	—	0.17	—

L'indice de diversité suit le même schéma précédemment observé pour chacun des habitats à l'exception des habitats IV (indice croissant) et X. Les fortes diminutions de l'indice de diversité sont généralement reliées à un recrutement ponctuel important d'une espèce, en l'occurrence S. solidissima et S. Polynyma dans l'habitat III (octobre), E. parma dans le IX (octobre) et E. directus en X (août).

Bon indicateur d'équilibre du peuplement (Dajet, 1976), l'indice d'équitabilité, qui diminue en octobre (tableau 12), soulignerait la réorganisation que le peuplement effectue à cette époque après les recrutements estivaux. L'habitat IV, ou îlot B, paraît être occupé par un peuplement sensiblement équilibré en juin-juillet (7 espèces réparties de façon homogène); après un léger déséquilibre en août, la réorganisation en octobre serait plus rapide qu'ailleurs.

3.2.4 Similarité de Sanders et diagramme-treillis

Afin de mettre en évidence les affinités coenotiques existant entre les divers habitats prospectés, l'indice de similarité de Sanders a été calculé pour les 10 habitats des 2 premières périodes. Les résultats sont présentés sur les diagrammes-treillis (figures 2 et 3).

En période 1 (figure 2), l'affinité coenotique entre les habitats extérieurs et intérieurs à la lagune est assez bonne, à l'exception de l'habitat IV, isolé, et de l'habitat I, relié à l'ensemble par sa similarité avec l'habitat II. Le plus fort groupement est composé des habitats III, VII, VIII, IX et X auxquels se rattache l'habitat VI, intermédiaire entre ce groupement et les autres stations.

En période 2 (figure 3), le milieu est complètement perturbé. Les habitats intérieurs à la lagune évoluent de façon autonome tandis que les habitats extérieurs, additionnés de l'habitat intérieur V, sont reliés 2 à 2 sous forme de véritables groupements. Ces affinités sont imputables aux forts recrutements locaux de E. directus et E. parma.

3.3 Description de la faune ichtyologique

3.3.1 Analyse qualitative

La liste faunistique des 27 taxons répartis en 14 familles de poissons apparaît au tableau 13, les noms scientifiques utilisés étant ceux de Leim et Scott (1972). De même, 19 taxons répartis en 6 classes et 4 ordres accompagnent la faune ichtyologique et représentent les espèces compagnes (tableau 14). Tous ces organismes ont été récoltés dans les filets à grosses mailles et à petites mailles du chalut à bâton.

La détermination a, dans la mesure du possible, été effectuée à l'espèce, à l'exception des Gasterosteidae et des Cottidae au mois de juin et d'août. En terme de présence-absence, la répartition des poissons et des espèces compagnes en fonction des habitats est donnée aux tableaux 15 et 16.

Chez les poissons, les espèces ubiquistes (c'est-à-dire indifféremment distribuées selon les habitats) sont la Merluche-écureuil (Urophysis chuss), la famille des Cottidae, quelle que soit l'espèce considérée et celles des poissons plats (Bothidae et Pleuronectidae). Deux autres espèces sont presque toujours associées à l'extérieur de la lagune; il s'agit de la Raie hérisson (Raja erinacea) et de la Morue franche (Gadus morhua). Par contre, les espèces suivantes se retrouvent presque toujours dans la lagune: famille des Gasterosteidae (Epinoches), la Tanche-tautogue (Tautogalabrus adspersus), la Sigouine de roche (Pholis gunellus) et le Lançon d'Amérique (Ammodytes americanus). Cette dernière espèce a cependant été récoltée au mois d'août

	4	1	2	5	6	3	7	8	9	10
4		11	13	1	25	7	1	3	2	13
1			52	21	17	20	13	14	17	14
2				42	46	44	37	36	41	35
5					44	41	44	46	49	35
6						43	45	49	45	43
3							74	57	51	61
7								69	63	67
8									73	66
9										58
10										

$0 < X \leq 19$

$20 < X \leq 29$

$30 \leq X \leq 39$

$40 \leq X \leq 49$

$50 \leq X$

X = COEFFICIENT DE SIMILARITÉ DE SANDERS, 1960.

Figure 2: Diagramme-treillis pour les habitats de la période 1; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

	4	2	3	1	5	9	8	7	10	6
4		20	18	22	27	15	10	9	9	9
2			17	26	22	21	13	8	14	9
3				14	17	12	10	10	9	8
1					43	28	17	9	16	9
5						50	23	11	18	23
9							50	36	31	29
8								55	49	43
7									85	73
10										73
6										

$0 \leq X \leq 19$

$20 \leq X \leq 29$

$30 \leq X \leq 39$

$40 \leq X \leq 49$

$50 \leq X$

X = COEFFICIENT DE SIMILARITÉ DE SANDERS, 1960.

Figure 3: Diagramme-treillis pour les habitats de la période II, Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Tableau 13. Liste faunistique des espèces piscicoles; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

FAMILLE	NOM LATIN	NOM FRANCAIS	ABREVIATION	PRESENCE DANS LE FILET A GROSSES MAILLES	MAILLES FINES
RAJIDAE	Raja erinacea	Raie hérisson	R.h.	X	
CLUPEIDAE	Clupea harengus (1)	Hareng atlantique	Ha.a.		X
OSMERIDAE	Osmerus mordax (1)	Eperlan d'Amérique	E.a.		X
GASTEROSTEIDAE	--	Epinoche sp.	E.sp.	X	X
	Gasterosteus aculeatus	Epinoche à trois épines	E.t.	X	X
	Apeltes quadracus (1)	Epinoche à quatre épines	E.q.		X
	Pungitius pungitius	Epinoche à neuf épines	E.n.	X	X
GADIDAE	Gadus morhua (1)	Morue franche	M.f.	X	X
	Microgadus tomcod (1)	Poulamon atlantique	P.a.	X	X
	Urophysis chuss	Merluche-écureuil	M.é.	X	X
LABRIDAE	Tautogolabrus adspersus	Tanche-tautogue	T.t.	X	X
AMMODYTIDAE	Ammodytes americanus	Lançon d'Amérique	L.a.	X	X
PHOLIDAE	Pholis gunnellus (1)	Sigouine de roche	S.r.	X	X
STICHAEIDAE	Eumesogrammus praecisus	Quatre-lignes atlantique	Ql.a.	X	X
	Stichaeus punctatus (1)	Stichée arctique	S.a.		
	Ulvaria subbifurcata (1)	Ulvaire deux-lignes	U.d.	x	
ATHERINIDAE	Menidia menidia (1)	Capucette	Ca.	X	
COTTIDAE	--	Cottidae sp.	C.sp.	X	X
	Hemitripterus americanus	Hémitriptère atlantique	Hé.a.	X	
	Myoxocephalus aeneus	Chabolsseau bronzé	C.b.	X	X
	Myoxocephalus octodecenspinosus	Chabolsseau à dix-huit épines	C.e.	X	X
	Myoxocephalus scorpius	Chabolsseau à épines courtes	C.d.	X	X
CYCLOPTERIDAE	Cyclopterus lumpus (1)	Grande poule de mer	P.m.	X	X
	Liparis atlanticus (1)	Limace atlantique	Li.a.	X	X
BOTHIDAE	Scophthalmus aquosus	Turbot de sable	T.s.	X	X
PLEURONECTIDAE	Limanda ferruginea	Limande à queue jaune	L.q.	X	X
	Pseudopleuronectes americanus	Plie rouge	P.r.	X	X

*(1) Espèces rares

Tableau 14: Liste faunistique des espèces compagnes; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

EMBRANCHEMENTS	CLASSES	NOM LATIN	ABREVIATION	PRESENCE DANS LE FILET A	
				GROSSES MAILLES	MAILLES FINES
SPONGIAIRES		Porifera	Po.	X	X
ARTHROPODES	Crustacés	Mysidacea	My.	X	X
		Crangon septemspinosus	C.s.	X	X
		Homarus americanus	H.a.	X	X
		Pagurus sp.	Pg.sp.	X	X
		Cancer irroratus	C.i.	X	X
		Malidae	Ma.	X	X
		Hyas coarctatus	H.c.	X	
MOLLUSQUES	Lamellibranches	Mytilus edulis	M.ed.	X	
		Pandora sp.	Pa.sp.	X	
	Gastéropodes	Venus mercenaria	V.m.	X	
		Crepidula fornicata	C.f.	X	
		Littorina sp.	L.sp.	X	X
ECHINODERMES	Astérides	Lunatia heros	L.h.	X	
		Henricica sanguinolenta	H.s.	X	X
		Asterias sp.	A.sp.	X	
	Ophiurides	Ophiolis ou Ophiura sp.	O.sp.	x	
	Echinides	Strongylocentrotus droehbachiensis	S.d.	X	
		Echinarachnius parma	E.p.	X	

Tableau 15: Poissons récoltés dans le chalut. Répartition selon l'habitat et la période d'échantillonnage; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Liste faunistique	Habitat et période d'échantillonnage	I			II			III			IV			V			VI			VII			VIII			IX			X		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
FAMILLE	NOM LATIN																														
RAJIDAE	Raja erinacea							X									X	X		X	X			X	-	X	X	-	X		-
CLUPEIDAE	Clupea harengus																														
OSMERIDAE	Osmerus mordax																														
GASTEROSTEIDAE	Epinoche sp.	X	X	-		X	X	X					X		X																
	Gasterosteus aculeatus	X		-	X	X					X	X	X		X	X															
	Apeltes quadracus												X																		
	Pungitius pungitius					X							X	X	X																
GADIDAE	Gadus morhua															X					X			X	-		X	-		X	-
	Microgadus tomcod																		X												
	Urophysis chuss	X	X	-		X	X		X	X	X				X	X		X			X			X	-		X	X		X	-
LABRIDAE	Tautogolabrus adspersus	X	X	-			X	X					X		X	X					X										
AMMODYTIDAE	Ammodytes americanus		X	-								X			X	X			X												
PHOLIDAE	Pholis gunnellus	X	X	-	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X						X	-					X	-
STICHAEIDAE	Eumesogrammus praecisus												X																		
	Stichaeus punctatus															X															
	Ulvaria subbifurcata											X																			
ATHERINIDAE	Menidia menidia												X																		
COTTIDAE	Cottidae sp.	X	X	-	X	X		X	X	X		X	X		X			X			X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	-
	Hemitripterus americanus						X						X						X												
	Myoxocephalus aeneus				X		X				X		X			X															
	Myoxocephalus octodecenspinosus															X			X												
	Myoxocephalus scorpius						X						X			X			X												
CYCLOPTERIDAE	Cyclopterus lumpus																		X		X									X	-
	Liparis atlanticus															X															
BOTHIDAE	Scophthalmus aquosus	X	X	-				X		X	X		X		X	X	X		X	X		X		X	-	X	X	X	X	X	-
PLEURONECTIDAE	Limande ferruginea			-		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-
	Pseudopleuronectes americanus	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-

Tableau 16: Espèces compagnes récoltées dans le chalut. Répartition selon l'habitat et la période d'échantillonnage; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Habitat et période d'échantillonnage / Liste faunistique		I			II			III			IV			V			VI			VII			VIII			IX			X		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
CLASSES	NOM LATIN																														
SPONGIAIRES	Porifera																		X									X		X	-
CRUSTACES	Mysidacae	X	X	-		X	X		X	X		X			X	X		X			X	-		X	-		X	X		X	-
	Crangon septemspinosus		X	-		X	X		X	X		X			X	X		X	X		X	-		X	-					X	-
	Homarus americanus	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	-		X	-	X	X	X	X	X	-
	Pagurus sp.	X	X	-			X		X	X	X		X		X	X		X	X				X		-	X	X	X			-
	Cancer irroratus	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	-		X	-	X	X	X	X	X	-
	Malidae																				X	-									
	Hyas coarctatus												X													X					
LAMELLIBRANCHES	Mytilus edulis																		X	X		-	X		-				X		-
	Pandora sp.				X				X		X																				
	Venus mercenaria																							X	-						
GASTEROPODES	Crepidula fornicata				X		X		X			X	X																		
	Littorina sp.	X	X	-	X	X	X		X			X	X		X	X															
	Lunatia heros	X														X		X						X	-	X		X	X		-
ASTERIDES	Henricica sanguinolenta													X							X	-		X	-	X	X	X		X	-
	Asterias sp.							X													X	-									
OPHIURIDES	Ophiopholis ou Ophiura sp.																				X	-		X	-		X			X	-
ECHINIDES	Strongylocentrotus doehbachiensis																		X							X	X	X		X	-
	Echinarachnius parma							X						X				X		X	X	-		X	-	X	X		X	X	-

dans les habitats extérieurs à la lagune lors de l'échantillonnage à la benne.

Chez les espèces compagnes, les Crustacés sont ubiquistes, quelle que soit l'espèce, alors que chez les Gastéropodes, les Crépidules comme Crepidula fornicata et les Littorines (Littorina sp.) ne se rencontrent qu'à l'intérieur de la lagune. Quant aux Echinodermes, à l'exception de quelques rares individus, ils ne peuplent que les zones extérieures à la lagune et notamment l'habitat IX (Îlot D).

3.3.2 Délimitation des espèces piscicoles en fonction des habitats: analyse des correspondances

Les 2 ensembles de variables traitées dans le programme d'analyse des correspondances sont l'ensemble I des espèces piscicoles et l'ensemble J des habitats. Ces unités systématiques ont été codifiées à l'aide de 2 lettres d'abréviation (voir tableau 13). C'est l'abondance totale qui est utilisée pour chaque taxon; les poissons plats cependant ont été divisés en 3 classes de taille correspondant au degré de maturité de l'espèce. La classe 1 regroupe les individus immatures, la classe 3, les individus matures tandis que la 2 rassemble les individus qui, dans cet intervalle de longueur, peuvent être matures ou immatures (tableau 17).

Tableau 17: Classes de taille des 3 espèces de poissons plats. Analyse des correspondances; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Classes de taille (cm) / Espèces	Classe 1 Mature	Classe 2 Immature/ Mature	Classe 3 Mature
Plie rouge	< 17	$17 \leqslant T \leqslant 24$	> 24
Limande à queue jaune	< 20	$20 \leqslant T \leqslant 24$	> 24
Turbot de sable	< 18	$18 \leqslant T \leqslant 25$	> 25

L'analyse a d'abord été effectuée sur l'ensemble des périodes, afin de mettre en évidence un lien global entre habitat et espèces. Dans un 2e temps, l'analyse a été réalisée sur chaque période d'échantillonnage afin de situer l'évolution des variables dans le temps.

Seules sont retenues les variables présentant une valeur structurale élevée, à savoir le point éloigné de l'origine de l'axe et le pourcentage de contribution élevé: la valeur relative de la contribution est retenue pour les constructions dans le plan et l'espace; pour cette dernière, cependant, est aussi utilisée la valeur absolue.

3.3.2.1 Analyse globale sur l'ensemble des périodes

Les 3 premiers facteurs (ou axes factoriels) rendent compte de 55.2% de la variance soit 23.4%, 17.2% et 14.6% pour les facteurs 1, 2 et 3 successivement.

L'ensemble des variables constitue des nuages de points qui s'étirent selon plusieurs directions représentées par des axes. Deux nuages se dégagent de la figure 4: l'un rassemble l'habitat 5 (H5) en période III (PIII) avec les Chaboisseaux (Ce, Cb, Cd), le Lançon d'Amérique (La) et la Tanche-tautogue (Tt); l'autre relie les Epinoches sp. (Esp, Et, En) et les Chaboisseaux aux habitats 1, 2, 4 et 5 à différentes périodes.

Pour concrétiser la valeur de chaque variable sur les axes, il est préférable de reprendre l'analyse séparée de chaque facteur. Ainsi, le 1er facteur oppose l'abondance de l'Epinoche à 3 épines (Et) liée aux habitats H4 PIII et H5 PII à celles des poissons plats de moyennes et de grandes tailles (Lq2, Lq3, PrIII et Ts2) eux-mêmes liés aux habitats H7 PI, H8 PI et PII (tableau 18 et figure 5). La séparation entre l'intérieur et l'extérieur de la lagune apparaît de façon plus nette en positionnant l'ensemble des variables espèces-habitats sur l'axe 1 aux 3 périodes (figure 6). Les habitats 3 et 5 semblent effectuer la transition entre les 2 milieux. La lagune apparaît comme un milieu diversifié présentant un nombre élevé d'espèces de petites tailles alors que la côte, plus pauvre en espèces, est surtout caractérisée par la présence de la Raie hérisson (Rh), des poissons plats de moyennes et grandes tailles. La valeur structurale des Plies rouges reste cependant relativement faible et discutable.

Le 2e facteur, du côté positif de l'axe (tableau 18), présente un certain nombre d'espèces, notamment le Chaboisseau à épines courtes (Ce), le Chaboisseau à 18 épines (Cd) ainsi que le Lançon d'Amérique (La) et la Tanche-tautogue (Tt) qui caractérisent bien l'habitat 5 (ou îlot C) à l'automne (PIII). Quant au 3e facteur, il relie le Turbot de sable (Ts1 et Ts3) et la Raie hérisson (Rh) avec l'habitat extérieur H10 (PI) et, de façon moindre, avec H3 (PI) à l'intérieur. La Limande à queue jaune de petite taille (Lq1) se présente à l'opposé de l'axe.

En résumé, cette première ébauche de représentation des variables permet de faire ressortir l'intérieur de la lagune comme un milieu diversifié et peuplé de nombreuses espèces de petites tailles par rapport à l'extérieur de la lagune, milieu favorable aux poissons plats de moyennes et de grandes tailles. La plupart des liens effectués apparaissent cependant faibles et plusieurs des variables sont rassemblées autour du barycentre des axes 1 et 2 (figure 4). Il apparaît donc important de reprendre séparément, pour chacune des périodes, les relations existant entre l'objet et le descripteur.

3.3.2.2 Analyse sur chaque période

Période I (tableau 19, figures 7 et 8)

Les 3 premiers facteurs expliquent 73.2% de la variabilité totale avec dans l'ordre respectif des axes 35.0, 25.1 et 13.1%.

Le paramètre le mieux expliqué par le 1er facteur est l'Epinoche à 3 épines (Et), fortement liée à l'habitat 2 (H2), et ce, du côté négatif de l'axe (figure 8). De façon moindre, l'on retrouve des liens entre ces variables et le Chaboisseau bronzé (Cb) ainsi que l'habitat 1 (H1). Cet ensemble se trouve étiré sur l'axe, côté négatif, en un nuage de points (figure 7) auquel vient s'ajouter la Merluche-écureuil (Mé) associée à l'habitat 4 (H4).

A l'opposé de l'axe 1 (figure 8) se trouvent la Plie rouge et la Limande à queue jaune de grandes tailles (Pr3 et Lq3) associées à l'habitat 7 (H7). Projeté dans l'espace des axes 1 et 2 (figure 7), cet ensemble constitue un autre nuage de points auquel appartiennent aussi l'habitat 10, la Raie hérisson (Rh) et le Turbot de sable de toutes tailles (Ts1, Ts2, Ts3); H10 ainsi que Rh et Ts1 sont aussi relativement bien expliqués par le 2e facteur. A la périphérie de ce nuage gravitent les habitats 3 et 6 dont les pourcentages de contribution absolue et relative ne sont pas

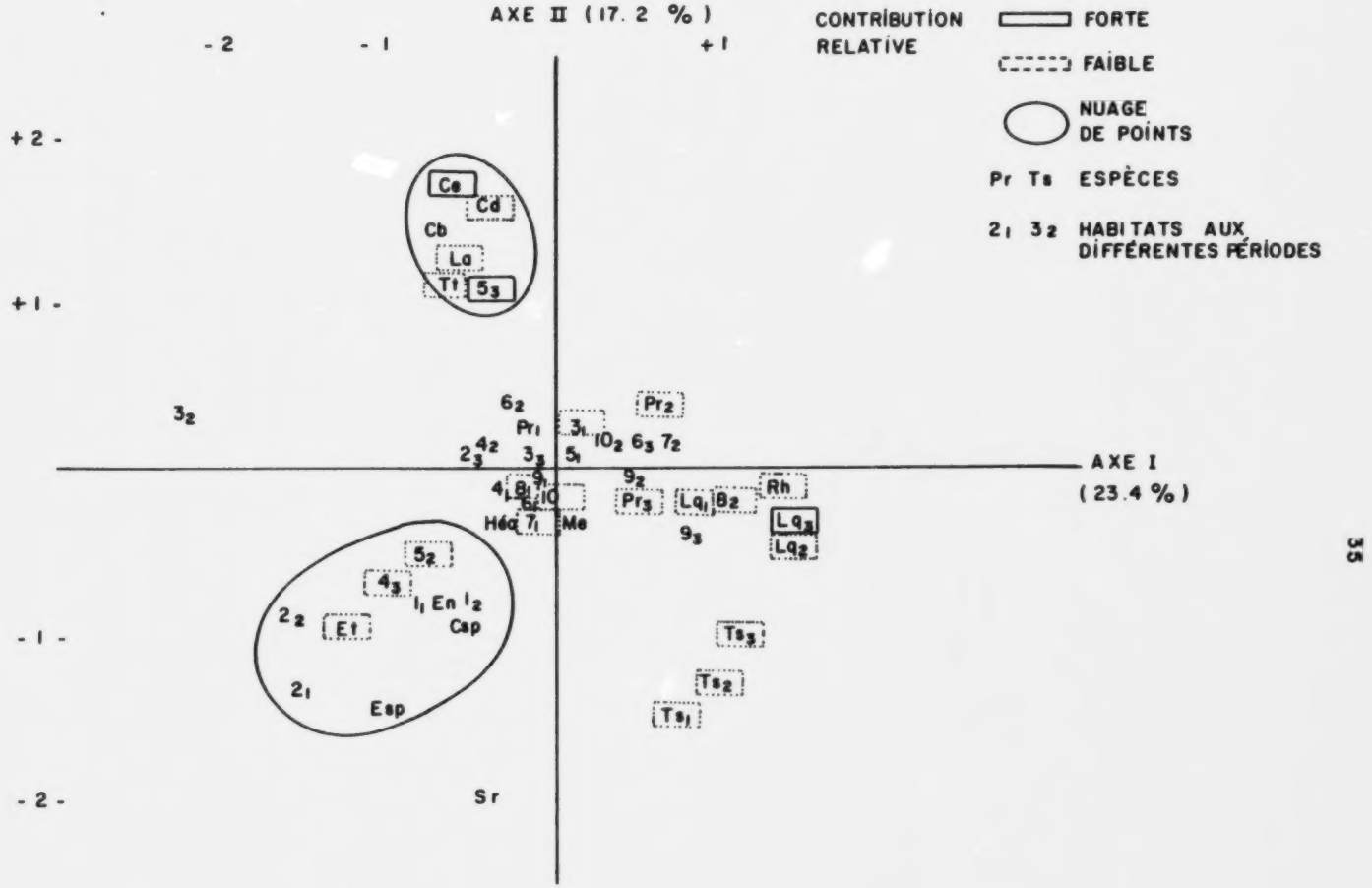

Figure 4: Représentation graphique des facteurs 1 et 2 sur les axes I et II. Analyse factorielle des correspondances pour l'ensemble des périodes ; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Tableau 18: Pourcentage de contribution relative des variables sur les 3 facteurs et pour l'ensemble des périodes. Analyse des correspondances; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Caractéristiques sur les facteurs / Espèces-habitats			Pourcentage de contribution relative		
			Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
ESPECES *1	Vs	Lq3	69		
		Lq2	53		
		Ts2	40		
		Pr3	39		
		Et	39		
		Ce		65	
		Cd		55	
		Pr2		53	
		La		52	
		Tt		47	
		Rh			63
		Ts3			59
		Ts1			58
	Vs	Lq1			40
HABITATS ET PERIODES		PII H8	59		
		PI H8	45		
		PI H7	41		
	Vs	PII H5	56		
	Vs	PIII H4	46		
		PIII H5		73	
		PI H10			62
		PI H3			50

*1 Consulter le tableau 13 pour comprendre la signification des abréviations des espèces.

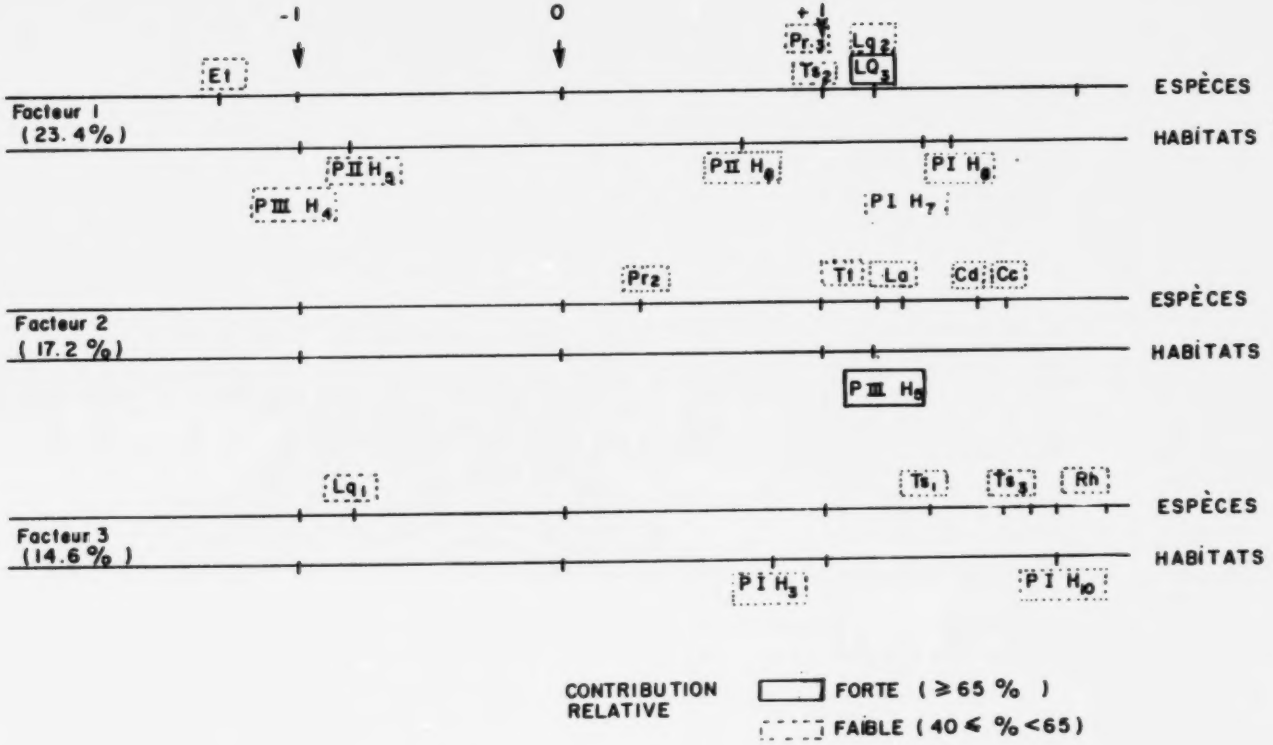

Figure 5. Projection des variables sur les 3 premiers axes . Analyse factorielle des correspondances pour l'ensemble des périodes ; Iles - de - la - Madeleine, 1982 .

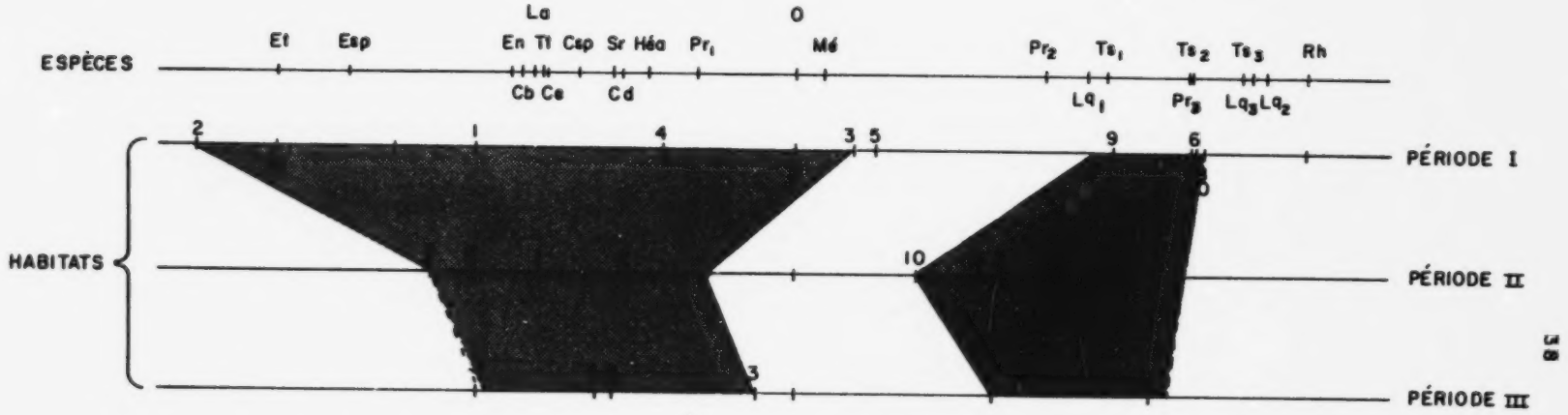

Figure 6. Projection sur l'axe I des espèces et des habitats à chaque période
Analyse des correspondances pour l'ensemble des périodes ; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Tableau 19: Pourcentage de contribution relative des variables sur les 3 facteurs pour la période 1. Analyse des correspondances; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Caractéristiques sur les facteurs / Espèces-habitats			Pourcentage de contribution relative		
			Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
ESPECES		Pr3	42		
		Lq3	38		
	Vs	Et	87		
*1	Vs	Cb	39		
		Lq1		87	
		Lq2		62	
	Vs	Ts1		46	
	Vs	Rh		45	
		Pr1			62
HABITATS		H7	84		
	Vs	H2	75		
	Vs	H1	41		
		H8		80	
		H9		76	
	Vs	H10		44	
		H3			40

*1 Consulter le tableau 13 pour comprendre la signification des abréviations des espèces.

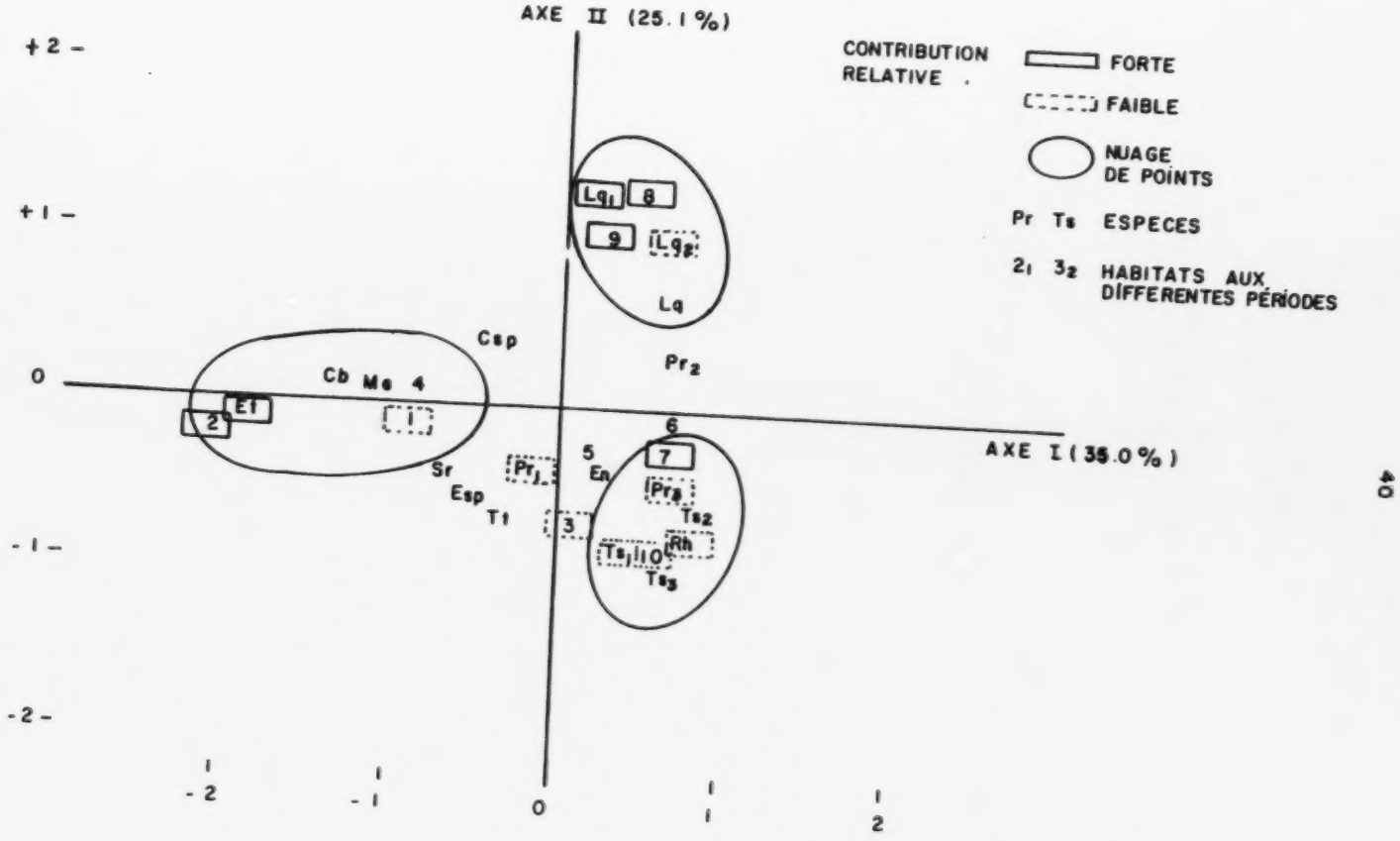

Figure 7. Représentation graphique des facteurs 1 et 2. Analyse factorielle des correspondances pour la période I; . Iles - de - la - Madeleine, 1982.

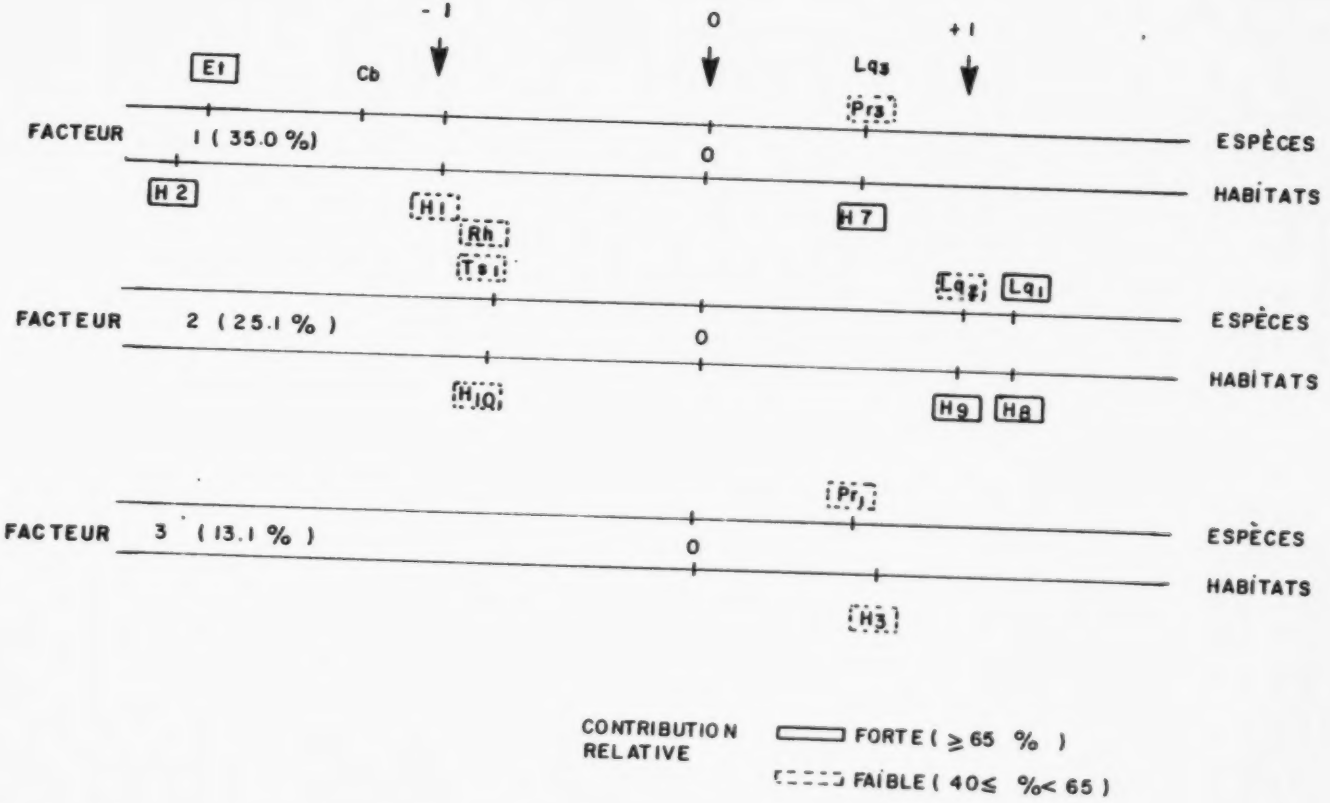

Figure 8. Projection des variables sur les 3 premiers axes . Analyse factorielle des correspondances pour la période I (juin, juillet); Iles - de - la - Madeleine , 1982 .

négligeables par rapport à l'axe 3, non représenté ici; H3, notamment, (lui-même associé à Pr1) est expliqué à 40.3% par l'axe 3. Par contre, les 2 autres variables, c'est-à-dire l'Epinoche à 9 épines (En) et l'habitat 5 (H5), sont peu expliquées par les facteurs et n'interviennent que dans la construction des axes.

Un 3e nuage de points (figure 7) relie fortement les habitats 8 et 9 à la Limande à queue jaune (Lq2, Lq3 et surtout Lq1) dont la variance est très bien expliquée par le facteur 2 (cf tableau 19 et figure 8).

Ainsi se regroupent, premièrement, les habitats 8 et 9 liés à la Limande à queue jaune, deuxièmement les habitats 2, 4 et 1 liés à l'Epinoche à 3 épines, au Chabolsseau sp. et à la Merluche-écureuil, et troisièmement, les habitats 7 et 10 liés au Turbot de sable, à la Raie hérisson ainsi qu'à la Plie rouge de grandes tailles. Si les habitats 3 et 6 peuvent être reliés à ce dernier nuage, l'habitat 5, par contre, semble être isolé de ces ensembles. L'habitat 3, de son côté, semble être plus particulièrement associé à la Plie rouge de petites tailles.

Période II (tableau 20, figures 9 et 10)

Les 3 premiers axes factoriels expliquent respectivement 35.0, 22.5 et 18.5% de la variance, soit un total de 76.0%, ce qui représente une valeur relativement élevée.

Comme en période I, on retrouve la Limande à queue jaune fortement reliée aux H8 et H9, opposée aux Epinoches (Em, Et) et Chabolsseaux (Csp), ainsi qu'à H1 (cf axe 1, figure 10 et tableau 20). Ici s'ajoutent le Lançon d'Amérique (La) et H5, eux-mêmes bien expliqués par l'axe 3. La construction dans l'espace des axes 1 et 2 permet de faire ressortir un ensemble d'espèces gravitant autour des habitats 8 et 9, ainsi que 7 et 6, mais de façon moindre. Ces espèces sont la Limande à queue jaune (Lq1, Lq2, Lq3), la Plie rouge (Pr2, Pr3) et, avec une contribution plus faible, le Turbot de sable (Ts1, Ts2), la Merluche-écureuil (Me) et la Raie hérisson (Rh). Les autres variables sont par contre disséminées dans l'espace (figure 9). Pr1 et H3 sont pourtant fortement associés entre eux et bien expliqués par le facteur 2 (tableau 20 et figure 10). L'habitat 5 semble, durant cette 2e période, lié à l'Epinoche à 3 épines (Et) et au Lançon d'Amérique (La). Quant à l'habitat 2 et l'Epinoche sp. (Esp), relativement bien expliqués par le facteur 2, ils se retrouvent fortement isolés mais participent activement à la construction de l'axe II (contribution absolue de 35% chacune). L'habitat 10, par contre, se trouve complètement isolé et faiblement expliqué par les axes.

En résumé, aux Epinoches et Chabolsseaux associés aux habitats 1, 2 et 5 s'opposent les habitats 6, 7, et surtout 8 et 9, eux-mêmes liés aux Plies, Limandes et Turbots et à la Raie hérisson. L'habitat 3, isolé des autres, est fortement lié aux Plies rouges de petites tailles. Ce profil, qui sépare les habitats de la lagune de ceux de l'extérieur, regroupe les mêmes associations d'espèces piscicoles que celles mentionnées précédemment à la période I.

Période III (tableau 21, figures 11 et 12)

Les 3 premiers axes expliquent 39.3, 34.0 et 16.0%, soit un total élevé de 89.3% de la variabilité des données. Il faut rappeler, qu'à cette époque, les habitats 1, 10, 7 et 8 n'ont pas été échantillonnés.

Un profil, semblable aux précédents, se retrouve en période III (voir tableau 21 et figures 11 et 12). En effet, les habitats extérieurs à la lagune, soit H6 et H9, sont liés très fortement à la Limande à queue jaune et moindrement au Turbot de sable. A cela, s'ajoute cette fois-ci la Merluche-écureuil.

Tableau 20: Pourcentage de contribution relative des variables sur les 3 facteurs pour la période II. Analyse des correspondances; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Caractéristiques sur les facteurs / Espèces-habitats			Pourcentage de contribution relative		
			Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
ESPECES		Lq3	66		
		Lq1	62		
		Lq2	62		
	Vs	Csp	58		
*1	Vs	La	54		
	Vs	En	46		
	Vs	Et	40		
		Esp		41	
		Pr1		77	
		Et			49
		La			43
HABITATS		H9	69		
		H8	62		
	Vs	H5	58		
	Vs	H1	42		
		H2		41	
	Vs	H3		69	
		H5			38

*1 Consulter le tableau 13 pour comprendre la signification des abréviations des espèces.

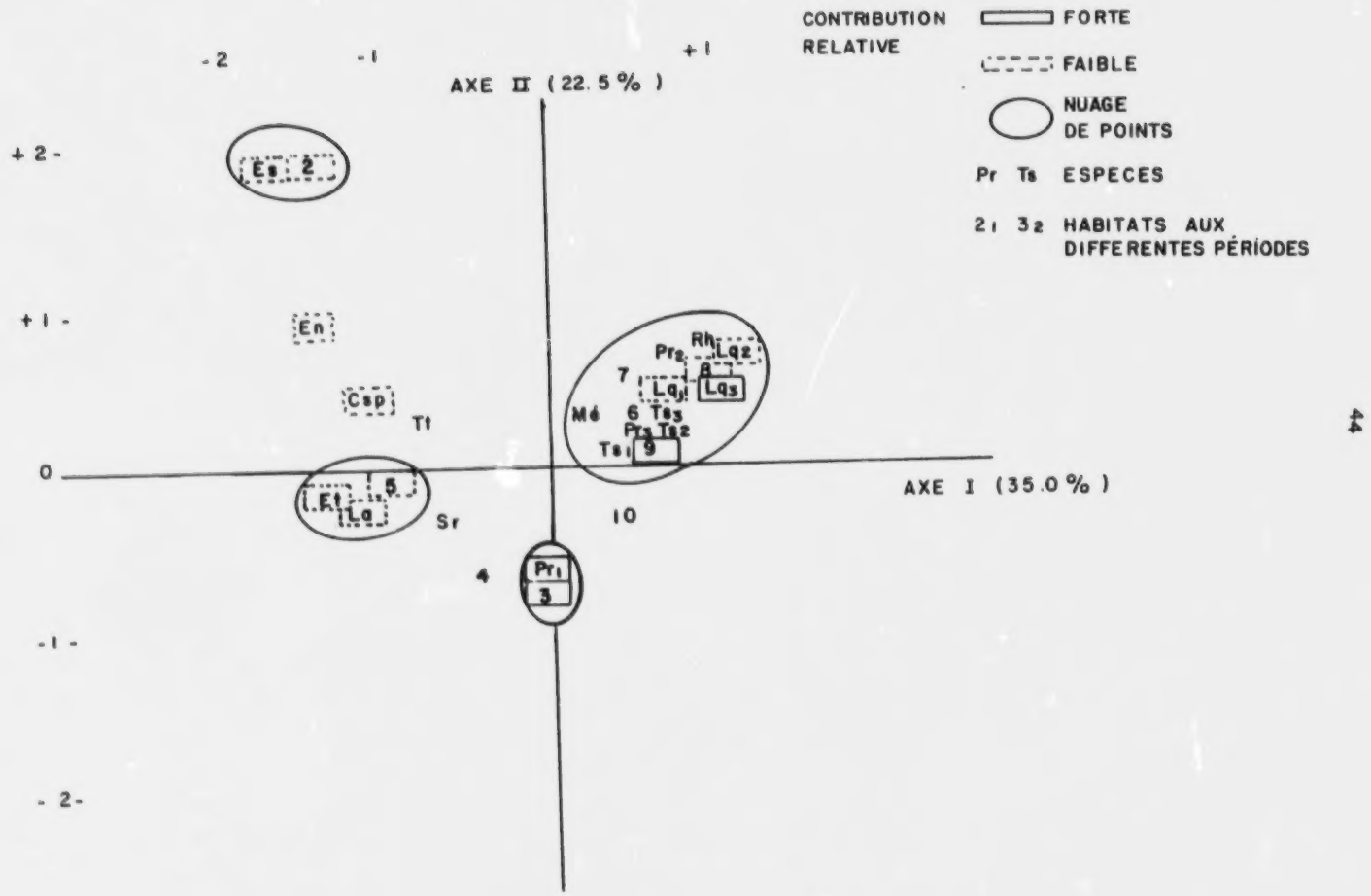

Figure 9. Représentation graphique des facteurs 1 et 2 Analyse factorielle des correspondances pour la période II ; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

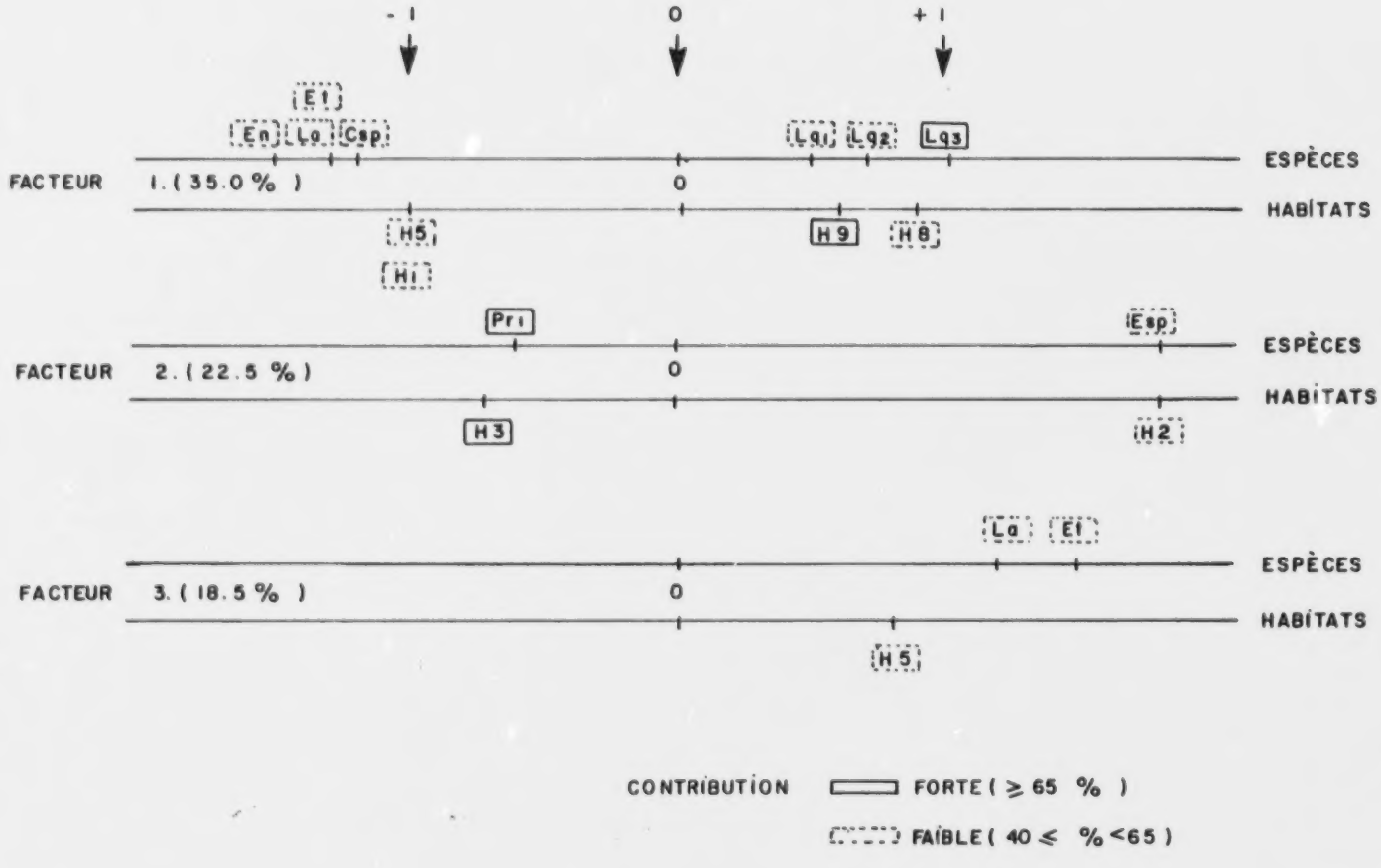

Figure 10: Projection des variables sur les 3 premiers axes. Analyse factorielle des correspondances pour la période II (août); Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Tableau 21 : Pourcentage de contribution relative des variables sur les 3 facteurs pour la période III. Analyse des correspondances; Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Espèces-habitats	Caractéristiques sur les facteurs	Pourcentage de contribution relative		
		Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
ESPECES	Et	44		
	En	42		
	Vs Mé	81		
	Vs Lq1	78		
	Vs Lq3	73		
	Vs Lq2	72		
	Vs Ts2	57		
*1	Vs Ts3	47		
	En		52	
	Et		50	
	Vs Ce		84	
	Vs Tt		82	
	Vs La		80	
	Vs Cb		76	
	Vs Pr2		59	
	Vs Cd		55	
	Sr			97
	Csp			96
HABITATS	H4	48		
	Vs H6	74		
	Vs H9	67		
	H4		50	
	Vs H5		93	
	H3			96

*1 Consulter le tableau 13 pour comprendre la signification des abréviations des espèces.

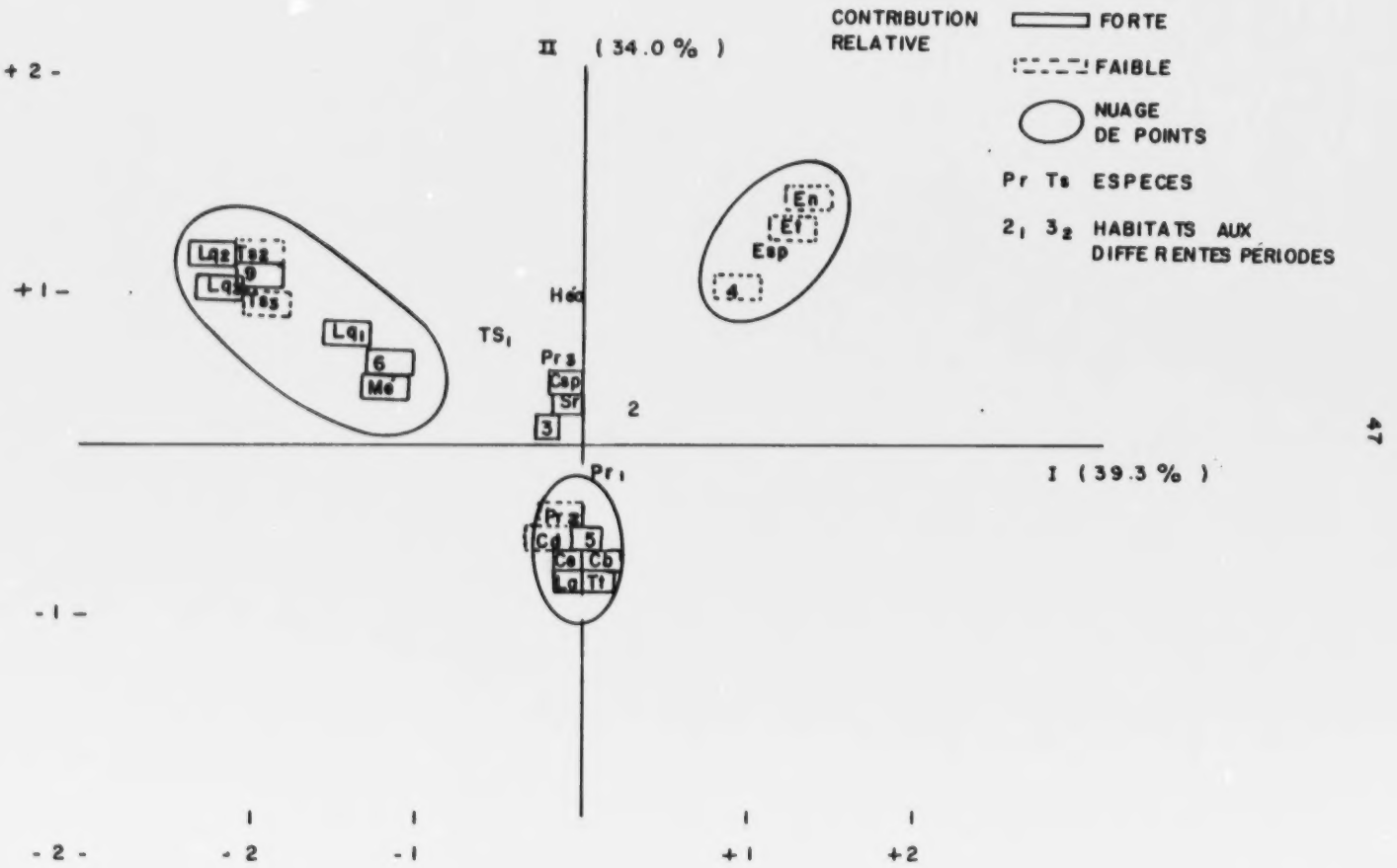

Figure 11. Représentation graphique des facteurs 1 et 2. Analyse factorielle des correspondances pour la période III ; Iles- de- la- Madeleine, 1982.

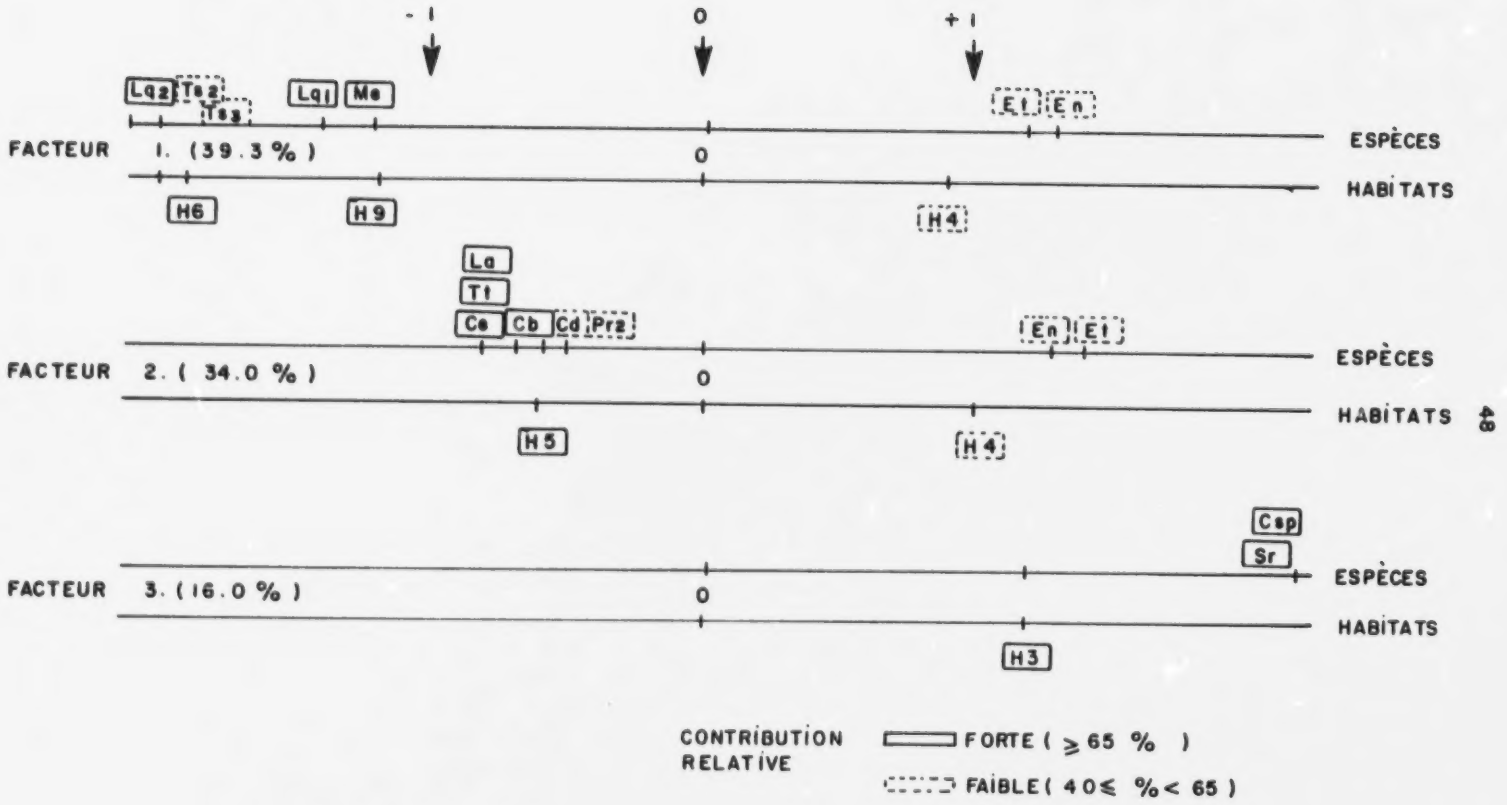

Figure 12: Projection des variables sur les 3 premiers axes. Analyse factorielle des correspondances pour la période III (octobre); Iles-de-la-Madeleine, 1982.

Dans la lagune, H4 est associé aux Epinoches (En, Et) tandis que H5 se retrouve avec les Chaboisseaux (Ca, Cb, Cd), le Lançon d'Amérique (La), la Tanche-tautogue (Tt), et moindrement, la Plie rouge de petites tailles (Pr 1). L'ensemble, reliant H3, bien expliqué par le facteur 3 et relié au Chaboisseau (Csp) et à la Sigouine de roche (Sr), se retrouve écrasé sur la figure 11 le long des axes I et II. H2, par contre, est très peu expliqué.

3.3.2.3 Conclusion générale pour la faune ichtyologique

L'analyse des correspondances confirme les résultats précédents qui séparent l'intérieur et l'extérieur de la lagune, présentant cette dernière comme un milieu où se côtoient de nombreuses espèces de petites tailles. En outre, l'analyse factorielle permet de caractériser les habitats selon la présence et l'abondance de certaines espèces à savoir:

- Intérieur de la lagune:

L'intérieur de la lagune est peuplé en général d'Epinoches et de Chaboisseaux. Quelques habitats se distinguent cependant en fonction de certaines espèces:

- les Epinoches sont particulièrement associées aux habitats H2, H4 et H1 mais se trouvent aussi liées à H5.
- le Lançon d'Amérique caractérise l'habitat 5 (ou îlot C).
- le Chaboisseau apparaît comme une espèce ubiquiste.
- la Plie rouge de petite taille est reliée à l'habitat 3. Ce dernier semble indépendant des autres, ceci pouvant être lié à sa plus grande profondeur.

- Extérieur de la lagune:

La Plie rouge de grande taille, le Turbot de sable et la Limande à queue jaune de toutes tailles, ainsi que la Raie hérisson et la Merluche-écureuil caractérisent ce milieu. Cette dernière espèce se retrouve aussi à l'intérieur de la lagune en période I (H1, H2, H4).

CHAPITRE IV

ANALYSE DE LA SITUATION PAR RAPPORT AUX NOUVEAUX HABITATS CREES

Cette première étude nous a permis de décrire les différents habitats: les îlots de sable et les secteurs proximaux à l'intérieur et à l'extérieur de la lagune. La structure des communautés benthiques et piscicoles de certains fonds sableux littoraux des Iles-de-la-Madeleine peut ainsi être connue, leur distribution étant reliée à différents paramètres granulométriques et physiques (inclus au départ dans le terme habitat).

En ce qui concerne les résultats généraux, la faune ichtyologique présente des différences marquées entre l'extérieur et l'intérieur de la lagune. La composition de la faune benthique semble, par contre, plus homogène et se définit comme étant caractéristique d'un substrat de sables fins terrigènes.

4.1 Ilôts de dragage

Les îlots de dragage, c'est-à-dire les habitats 4, 5 et 9, sont de composition granulométrique très voisine de celles des fonds qu'ils ont recouverts; il s'agissait, à l'intérieur de la lagune, de sables fins légèrement envasés dans les premiers centimètres.

La composition benthique des îlots est peu différente de celles des habitats proximaux non affectés par les dépôts de dragage. La recolonisation des organismes semble avoir commencé et la composition biocénotique apparaît relativement équilibrée. L'îlot C (H5), particulièrement au mois d'août, présente une similarité très grande avec les habitats de l'extérieur. De par sa position, proche à la fois du chenal de dragage et de l'embouchure, l'îlot C bénéficierait directement des apports faunistiques venant du milieu marin côtier.

La composition ichthyologique autour des îlots suit aussi le profil général des habitats voisins. L'îlot D (H9) est peu différent de tous les autres secteurs extérieurs. A l'intérieur, le peuplement de l'îlot B (H4) est très semblable à ceux des habitats 1 et 2. De par sa composition piscicole, l'îlot C (H5) se rapproche des habitats précédents mais semble plus particulièrement lié à la présence et à l'abondance du Lançon d'Amérique. Cette espèce est, en effet, fréquente aux abords de l'îlot; au mois d'août, un échantillonnage qualitatif à la seine a permis de récolter un très grand nombre d'individus de cette espèce. Ceux-ci dépendent du substrat de sable fin dans lequel ils s'enterrent pour se reposer. Des observations le long des plages des Iles-de-la-Madeleine, aux mois de juillet et d'août, ont rapporté la présence de ces poissons nageant en bancs entre 0 et 2 mètres ou s'enterrant dans le sable de la zone intertidale. Nos échantillonnages benthiques nous ont aussi permis de récolter cette espèce à l'extérieur de la lagune dans les habitats côtiers (H6 et H7 au mois d'août).

Ainsi, les habitats correspondant aux îlots semblent s'être rapidement colonisés. Cette faculté de colonisation rapide serait propre à un milieu comme celui des Iles-de-la-Madeleine où le sable est souvent remis en mouvement par les courants marins et éoliens: la formation ou la disparition des dunes, tant terrestres que sous-marines, est relativement rapide en l'absence de végétation stabilisatrice.

Cependant, et d'après les observations, les organismes benthiques récoltés sont souvent des individus juvéniles: les populations apparaissent donc comme jeunes. Ainsi, si la colonisation s'est faite dans des proportions apparemment équilibrées, la structure écologique des populations est encore faible et susceptible à de grands remaniements. Chez les poissons, ce point serait à vérifier par les lectures d'âge sur les otolithes.

Il serait donc important de suivre l'évolution de ces populations et de leur degré de maturité. Les pentes immergées des îlots devraient faire l'objet d'une étude plus approfondie*1. Cette zone infralittorale, entre 0 et 1.5 m, serait apparemment riche en organismes benthiques (Doyon et al., 1976). Ceux-ci pourraient servir à l'alimentation de nombreux prédateurs comme les oiseaux limnicoles. La recolonisation des pentes des îlots par le lançon d'Amérique*2, voire même par la capucette (Menidia menidia)*3 ou d'autres espèces benthiques et piscicoles seraient aussi à suivre.

4.2 Discussion et recommandations

Le problème essentiel de l'habitat du poisson autour des îlots artificiels réside actuellement dans leur stabilisation relative. En effet, les îlots devront posséder la même capacité de stabilisation écologique que les milieux avoisinants où les populations semblent plus matures. La recolonisation benthique et piscicole, déjà amorcée autour des

*1 Durant l'été 1982, des échantillons furent récoltés le long de transects sur les pentes de l'îlot C pour analyses ultérieures.

*2 Nourriture de base pour de nombreux poissons et mammifères marins

*3 Récoltée à la seine au mois d'août avec le Lançon d'Amérique

îlots, pourra mieux se structurer. L'apport de nourriture servira, dès lors, à l'alimentation de nombreux poissons, oiseaux*1 et mammifères marins (phoques). Il est à mentionner qu'une colonie de Sternes, plusieurs espèces de goélands et le Pluvier siffleur*2 (espèce en voie de disparition), fréquentent déjà ce milieu.

Par contre, si les îlots n'atteignent pas cette capacité de stabilisation équivalente à celle des habitats proximaux, l'érosion continuelle risque d'entraîner un déséquilibre permanent pour les organismes liés au substrat. Les liens écologiques au sein des communautés seront faibles et les îlots, bien que rapidement colonisés, pourront se décoloniser aussi vite. En outre, comme l'entretien du chenal nécessitera du dragage, les effets directs, tels que le remaniement sédimentaire, la turbidité, le bruit et le déversement d'hydrocarbures, pourront perturber la lagune et tous les secteurs, de l'embouchure jusqu'à l'îlot D. Ces effets bien connus sont pratiquement inévitables même si la surveillance actuelle et future est efficace et minimise le plus possible ces impacts. Il n'en reste pas moins que des espèces comme le Homard d'Amérique et le Hareng de l'Atlantique risquent d'être considérablement affectées (en raison notamment des dépôts de sédiments sur les oeufs et les jeunes). La diminution de ces stocks, si elle a lieu, entraînerait un déséquilibre important tant sur le plan biologique, au niveau de la chaîne alimentaire, que sur le plan socio-économique via les pêcheries commerciales.

Les futures recherches devront être orientées vers l'étude de la capacité de stabilisation des îlots et du chenal de navigation, tant sur le plan morphologique*3 que sur le plan biologique. Le travail pourrait être localisé autour de l'îlot C, à l'intérieur de la lagune, et autour de l'îlot D, à l'extérieur.

Morphologiquement parlant, il faudrait vérifier le degré d'érosion en regard des profils d'équilibre des pentes et de leur évolution selon les paramètres hydrodynamiques responsables des déplacements de sable (vagues, courants, passages de bateaux).

D'un point de vue biologique, l'évolution de ces îlots devra être suivie afin de vérifier la stabilité écologique de ces nouveaux peuplements ainsi que leur évolution dans l'espace et dans le temps. L'analyse de la composition piscicole de la lagune et des îlots sera complétée à partir des résultats de 1982. Quelques nouvelles données relatives aux organismes vivant sur les pentes des îlots devront être récoltées durant les étés 1983 et 1984; elles concerneraient autant les organismes benthiques (à échantillonner selon plusieurs transects bathymétriques) que les poissons de petites tailles (lançon, capucette).

Le lançon d'Amérique notamment, espèce caractéristique des sables fins terrigènes et maillon important de la chaîne alimentaire, devra être étudié de façon plus approfondie au niveau de l'îlot C qu'il fréquente déjà. La dynamique de cette espèce, ainsi que ses relations avec l'environnement physique et biologique, seraient importantes à connaître pour mettre en évidence, d'une part, la capacité d'adaptation du poisson à de nouveaux habitats, et d'autre part, son importance alimentaire dans le régime de nombreux prédateurs.

---

*1 Oiseaux coloniaux (Grand héron, Cormoran à aigrettes) et espèces migratrices (Bécasseaux, Canards plongeurs).

*2 Un individu observé au mois d'août 1982.

*3 Le programme existant serait à approfondir.

REMERCIEMENTS

Cette publication est le fruit de plusieurs mois de collaboration entre plusieurs intervenants de divers milieux scientifiques et techniques. Eparpillés dans plusieurs services à Québec, Rimouski et aux Iles-de-la-Madeleine, les divers chercheurs ont dû faire montre d'une grande capacité d'adaptation pour surmonter les divers problèmes de communication et pour parvenir à ce résultat final et tangible.

Les auteurs tiennent à remercier particulièrement monsieur Pierre Béland, directeur du Centre de recherche en écologie des pêches (CREP), pour son soutien financier. Ils désirent aussi souligner la collaboration de monsieur Jean Munro qui a participé à l'élaboration pratique et technique des travaux ainsi qu'à la sélection d'une méthodologie opérationnelle. Monsieur Louis Verret a facilité la mise en forme finale du présent document. Le laboratoire du ministère des Pêches et des Océans à Québec a fourni les facilités de reproduction cartographique et dactylographique de ce document. Enfin, cette étude n'aurait pas pu être menée à bien sans la collaboration des nombreux techniciens de terrain et de laboratoire.

BIBLIOGRAPHIE

Auclair, J.C., 1977. Contribution à l'étude de la production primaire des lagunes des Iles-de-la-Madeleine. Thèse de doctorat en Océanographie, Université d'Aix-Marseille, U.E.R. des sciences de la mer et de l'environnement, 110 p.

Beaumont, J.P. et M. Chamberland, 1976. Les Iles-de-la-Madeleine: contribution à l'étude des groupements végétaux. PIREDIM, document produit par le CERSE et le CREM pour l'OPDQ, 99 p.

Bellan, G., 1977. Contribution à l'étude des Annelides Polychètes de la province de Québec (Canada). I. Les facteurs du milieu et leur influence. Téthys (4), 1975(77): 365-374.

Bellan, G., 1978. Contribution à l'étude des Annelides Polychètes de la province de Québec (Canada). II. Etude synécologique. Téthys 8(3), 1976(78): 231-240.

Belzile, L. et J. Fréchette, 1980. Résultats préliminaires du marquage du homard aux Iles-de-la-Madeleine, Québec. CAFSAC Working paper, 30 p.

Benzécri, J.P. et al., 1973. L'analyse des données. Tome 2: l'analyse des correspondances. Dunod éd., Paris, 619 p.

Bergeron, J., 1956. Liste préliminaire des représentants de la faune de la région des Iles-de-la-Madeleine. Dép. des Pêcheries, Station de biologie marine, Grande-Rivière, Québec, document non publié, 9 p.

Bergeron, J., 1967. Contribution à la biologie du homard (Homarus americanus) des Iles-de-la-Madeleine. Naturaliste canadien 94: 169-207.

Bergeron, J. et al., 1967. Bibliographie des travaux du M.I.C. aux Iles-de-la-Madeleine entre 1953 et 1967. M.I.C., Québec,

Bergeron, J. et V. Legendre, 1970. Catalogue des espèces de poissons déposés au Musée de la Station de biologie marine de Grande-Rivière (Gaspé-sud) 1932-1969. M.I.C., Service de biologie, Cahier d'information no 51, 85 p.

Bernier, L. et L. Poirier, 1979. Evaluation sommaire du stock de mactres de l'Atlantique (Spisula solidissima Dillwyn) des Iles-de-la-Madeleine (golfe du Saint-Laurent). M.I.C., D.G.P.M., Cahier d'information no 92, 42 p.

Berthois, L., 1975. Les roches sédimentaires, 1. Etudes sédimentologiques des roches meubles. Doin éd., Paris, 278 p.

Bodenheimer, F.S., 1958. Animal ecology today. Manographiai Biol., 6, 277 p.

Boucher, G., J.P. Lebel et G. Lemay, 1976. Inventaire des plans d'eau des Iles-de-la-Madeleine en fonction des salmonidés et de la sauvagine. M.T.C.P., Service de l'aménagement de la faune, district Bas-Saint-Laurent-Gaspésie, 63 p.

Boucher, M., 1964. Pêche expérimentale du homard dans deux lagunes des Iles-de-la-Madeleine au cours de l'été 1963. Rapport annuel de la station de biologie marine 1963: 65-78.

Boucher, M., 1965. Données physiques sur deux lagunes des Iles-de-la-Madeleine. Rapport annuel, Station de biologie marine, Grande-Rivière 1964: 31-40.

Boudreault, F.R., 1977. Epaisseur de la glace dans les lagunes des Iles-de-la-Madeleine. Rapport annuel, M.I.C., D.G.P.M., Direction de la recherche, 1976: 19.

Bourget, E., 1976. Impact écologique de la fermeture de la baie de Grosse-Ile, Iles-de-la-Madeleine, et de sa saturation éventuelle en sel. Rapport présenté à SOQUEM par l'INRS-Océanologie, 103 p.

Breau, L. et M. Zeitoun, 1979. Etude de rentabilité sur l'industrie du hareng éboutfi aux Iles-de-la-Madeleine, Québec. Rapport présenté par P. et B. Associés Ltd. au ministère des Pêches et des Océans du Canada, 41 p.

Brindle, J.R. et G. Desrosiers, 1978. Etude écologique reliée à l'implantation d'un port de mer à Cap-du-Dauphin. Rapport présenté au ministère des Transports du Québec, Direction des Transports maritimes, 74 p.

Brunel, P., 1970. Aperçu sur les peuplements d'invertébrés marins des fonds meubles de la baie de Gaspé. Nat. can. 97: 679-710.

Burton, J. et C. Pilon, 1978. L'alimentation estivale du grand Cormoran, du Cormoran à aigrettes, de la Sterne commune et du Fou de Bassan aux Iles-de-la-Madeleine en relation avec les pêches commerciales. Rapport non publié présenté à Environnement Canada, Service des pêches et des sciences de la mer, 35 p.

Burton, J. et al., 1978. Quelques aspects de l'écologie de la Grande-Entrée. Mémoire présenté aux audiences publiques tenues aux Iles-de-la-Madeleine les 24-25 et 26 janvier 1978, par le CREM, 119 p.

Burton, J. et al., 1979a. Etude préliminaire d'impacts du transport de sel par barges dans la lagune de Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine, Québec. Rapport final préparé par le CREM pour la Société minière LOUVEM, 244 p.

Burton, J. et al., 1979b. Etude préliminaire d'impacts de l'utilisation des matériaux résultant de l'aménagement (dragage) d'un chenal dans la lagune de la Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine, Québec. Rapport final préparé par le CREM pour la Société minière LOUVEM, 72 p.

Burton, J. et al., 1979c. Etude préliminaire d'impacts de la construction et de l'utilisation des installations de chargement de sel sur la dune du Nord, Iles-de-la-Madeleine, Québec. Rapport final préparé par le CREM pour la Société minière LOUVEM, 39 p.

Burton, J. et al., 1979d. Rapport portant sur les études complémentaires réalisées au printemps et à l'été 1979: homard, hareng, benthos, contamination des sédiments et végétation. Rapport présenté par le CREM pour la Société minière LOUVEM, 101 p.

Burton, J., 1980. L'alimentation estivale du Fou de Bassan (Sula bassana L.) au rocher aux Oiseaux, Iles-de-la-Madeleine, Québec. Naturaliste canadien, 107: 289-291.

Burton, J. et al., 1980. Rapport d'évaluation formelle des impacts reliés au transport du sel dans le havre de la Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine, Québec. Rapport présenté par le CREM à la SOQUEM, 277 p.

Burton, J., 1981a. Programme de surveillance de la turbidité causée par le dragage d'un chenal dans le havre de la Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine, Québec. Rapport final présenté par le CREM à la SOQUEM, 86 p.

Burton, J., 1981b. Evaluation des effets du dragage hydraulique sur le homard. Rapport final présenté par le CREM aux Mines Seleine inc., 28 p.

Burton, J., 1981c. Proposition d'un programme de chalutage du homard durant l'opération de la drague hydraulique dans le havre de la Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine, Québec. Rapport présenté par le CREM aux Mines Seleine inc.

Burton, J. et G. Drapeau, 1981. Evaluation préliminaire des impacts reliés à l'immersion de matériaux dragués dans le havre de la Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine, Québec. Rapport final présenté par le CREM aux Mines Seleine inc., 81 p.

Burton, J. et G. Drapeau, 1982. Etude et évaluation d'impact environnemental des activités d'immersion de déchets en mer au site du dépôt "D" situé aux Iles-de-la-Madeleine. Rapport final remis à Environnement Canada par le CREM, 83 p.

Canada, ministère de l'Environnement, 1980. Données de base sur les sites de dragage de la Gaspésie et des Iles-de-la-Madeleine. Division des contaminants de l'environnement, Service de la protection de l'environnement.

Canada, ministère de l'Environnement, 1981a. Permis délivrés conformément à la loi sur l'immersion de déchets en mer.

Canada, ministère de l'Environnement, 1981b. Modification des opérations de dragage et de disposition des matériaux dragués à l'intérieur du Havre de la Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine. Rapport préliminaire, Direction des évaluations environnementales, Service d'analyse des études d'impacts.

Canada, ministère des Pêches et des Océans, Service hydrographique du Canada, 1983. Tables des marées et courants du Canada, Côte Atlantique, vol. 2, Golfe du Saint-Laurent, 41 p.

Carbonneau, J., 1965a. Echantillonnage des captures complètes de homards aux Iles-de-la-Madeleine en 1964. Rapport annuel, Station de biologie marine, Grande-Rivière, 1964: 67-77.

Carbonneau, J., 1965b. La pêche commerciale du homard aux Iles-de-la-Madeleine en 1964. Statistiques et échantillonnage. Rapport annuel, Station de biologie marine, Grande-Rivière, 1964: 77-83.

Carbonneau, J., 1965c. Pêche expérimentale du crabe-tourteau aux Iles-de-la-Madeleine en 1964. Rapport annuel, Station de biologie marine, Grande-Rivière, 1964: 103-111.

Carbonneau, J., 1966. Pêche expérimentale au crabe avec le chalut à panneaux aux Iles-de-la-Madeleine. Rapport annuel, Station de biologie marine, Grande-Rivière, 1965: 137-139.

Cardinal, A., 1967. Liste préliminaire des algues marines des Iles-de-la-Madeleine. Rapport annuel, Station de biologie marine, Grande-Rivière, 1966: 29-34.

Carter, D., 1976a. Dynamique et caractéristiques des glaces de dérive au large de Cap-au-Dauphin, Iles-de-la-Madeleine. Rapport présenté à la SOQUEM, 52 p.

Carter, D., 1976b. Ice forces on long vertical structures. Rapport préparé pour University of Norway, 5 p.

Carter, D., 1977. Analyse des possibilités de navigation hivernale le long de la côte ouest des Iles-de-la-Madeleine. Rapport présenté au ministère des Transports du Québec, 30 p.

Chardy, P., M. Glemarec and A. Laurec, 1976. Application of inertia methods to benthic marine ecology: practical implications of the basic options. Estuar. Coast. Mar. Sci. 4: 179-205.

Cleary, L. and J. Morgan, 1981. Changes in Effort, Catch-per-unit effort and Biological Characteristics in the Inshore Herring Fishery at the Magdalen Islands. CAFSAC Research Document 81/32, 48 p.

Cleary, L., 1982. Assessment of the 4T Herring Stock. CAFSAC Research Document 82/47, 43 p.

Comité aviseur des rejets en mer (CAREM), 1980. Rapport d'inspection pour le permis accordé aux Mines Seleine pour l'immersion de matériaux dragués afin de construire un chenal de navigation dans le havre de la Grande-Entrée aux Iles-de-la-Madeleine, Québec.

Compagnie nationale de forage et sondage inc., 1979. Etude géotechnique, Lagune de la Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine. Rapport présenté à la Société Minière LOUVEM, 6 p. et annexes.

Couture, R., 1971. Les décapodes du plateau madelinien. M.I.C., D.G.P.M., Service de biologie, Cahier d'information no 55, 19 p.

Cox, P., 1921. List of fishes collected in 1917 off the Cape Breton coast and Magdalen Islands. Contr. Can. Biol., 1918-1920, no 11, p. 109-114.

Dajet, J., 1976. Les modèles mathématiques en écologie. Collection d'Ecologie no 8. Masson et Cie éd., Paris, 172 p.

Dajoz, R., 1966. Ecologie et biologie des Coléoptères xylophages de la hêtraie (1re partie) Vie et milieu, 17(1c): 525-636.

Dajoz, R., 1975. Précis d'écologie. Gauthier-Villears ed., Paris, 549 p.

De Sève, M., M.E. Goldstein et J. Acreman, 1978. Inventaire de la flore algologique et étude quantitative des algues d'intérêt économique dans les lagunes des Iles-de-la-Madeleine. Soumis à Environnement Canada, Service des pêches et des sciences de la mer, 51 p.

Desfossés, H., 1974. Mesure de l'épaisseur de la glace dans les lagunes des Iles-de-la-Madeleine en 1973 et 1974.

Doyon, D., G. Méthot et R. McNeil, 1976. Les Iles-de-la-Madeleine: la faune d'invertébrés benthiques des lagunes et leur importance pour les oiseaux de rivage. PIREDIM, document produit par le CERSE et le CREM pour l'OPDQ, 181 p.

Dunn, D.L., 1978. L'industrie de la chasse au phoque sur la côte est du Canada en 1976. Etude socio-économique. Service des pêches et de la mer. Rapport à l'Industrie no 98, 56 p.

Durand, L., 1976. Les Iles-de-la-Madeleine: la flore. PIREDIM, document produit par le CERSE et le CREM pour l'OPDQ, 42 p.

Dyer, K.R., 1979. Estuarine hydrography and sedimentation. Cambridge University Press, London, 230 p.

Elouard, B., 1982. Etude de l'habitat du poisson suite à la création d'îlots à l'aide de déblais de dragage (lagune de Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine). Rapport d'étape, non publié, présenté au ministère des Pêches et des Océans, 17 p.

Folk, R.L., 1968. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill's Austin, Texas, 170 p.

Fowler, H.W., 1915. Fishes from Eastern Canada. Proc. Acad. nat. Sci. Philad., 67: 515-519.

Garside, E.T., J.M. Snair and D.L. Waugh, 1972. Insular fishes of Iles-de-la-Madeleine, Gulf of St.Lawrence, Canada. Can. Field Nat. 86: 275-278.

Geistdoefer, A., 1974. Savoir et techniques des pêcheurs des Iles-de-la-Madeleine ou de quelques moyens de s'approprier la mer et ses ressources. Jour. Agr. trop. Bot. App. XXI (7-8-9): 169-217.

Giguère, M. et P. Lamoureux, 1978. Présence et abondance de certains mollusques, plus particulièrement Mytilus edulis, Macoma balthica et Mesodesma arctatum sur les bancs de Myes au Québec. MIC, DGPM, Direction de la recherche, Cahiers d'information no 85, 53 p.

Giguère, M. et L. Poirier, 1978. Croissance et engraissement de la moule bleue (Mytilus edulis L.), placée en élevage aux Iles-de-la-Madeleine. MIC, DGPM, Direction de la recherche, Cahiers d'information no 84, 47 p.

Giguère M. et L. Poirier, 1980. Essais d'élevage de l'huître américaine, Crassostrea virginica (Gmelin) dans les lagunes des Iles-de-la-Madeleine, (golfe du Saint-Laurent). MIC, DGPM, Travaux sur les pêcheries du Québec, no 47, 59 p.

Grandtner, M.M., 1966. Premières observations phytopédologiques sur les prés salés des Iles-de-la-Madeleine. Nat. Can. 93: 361-366.

Guille, A., 1970. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. Les communautés de la macrofaune. Vie et milieu, tome 21(1B): 149-280.

Halliday, R.C. and A.T. Pinhorn, 1982. The Groundfish Resource in the Gulf of St.Lawrence. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., no 1086, 16 p.

Institut national de recherche scientifique (INRS)-Océanologie, 1975. Courants littoraux à Cap-Dauphin. Colorants et dériveurs de surface. Rapport préliminaire présenté à SOQUEM, 12 p.

Koutitonsky, V.G. et G. Gagnon, 1977. Mesures de houle effectuées au large de Grosse-Ile, Iles-de-la-Madeleine. Rapport à l'INRS-Océanologie présenté à SOQUEM, 46 p.

Kulczynski, S.M., 1927. Die Pflanzenassociation der Pienen. Bull. Int. pol. Sci. Lett. Acad. Cracovie, 2: 27-204.

Lacroix, G. et L. Brossard, 1955. Préliminaire d'un inventaire de la lagune du Havre-aux-Basques. Document non publié, 15 p.

Lamoureux, G., 1973. Contribution à l'étude écologique des dunes mobiles (les sillons, Iles-de-la-Madeleine, Québec). Thèse de maîtrise, Université Laval, Faculté de Foresterie et de Géodésie, 151 p.

Lamoureux, P., 1974. Inventaire des stocks commerciaux de myes (Mya arenaria L.) au Québec: 1971-1973. MIC, DGPM, Direction de la recherche, Cahiers d'information no 62, 24 p.

Lamoureux, P., 1977. Estimation des stocks commerciaux de myes (Mya arenaria L.) au Québec. Biologie et aménagement des pêcheries. MIC, DGPM, Direction de la recherche, Cahiers d'information no 78, 109 p.

Lamoureux, P., 1978. Fréquence de taille: Hareng des Iles (1978). MIC, document non publié.

Larras, J., 1964. Embouchures, estuaires, lagunes et deltas. Collection du Centre de Recherches et d'Essais de Chatou, Eyrolles, 171 p.

Laverdière, C., P. Guimond et L. Roy-Venne, 1976. Les Iles-de-la-Madeleine: formes de terrain, nature des matériaux. PIRE-DIM, document produit par le CERSE et le CREM pour l'OPDQ, 80 p.

Lebart, L. et J.P. Fénélon, 1975. Statistique et informatique appliquées. Dunod éd., Paris, 426 p.

Ledoyer, M., 1971. Le peuplement des sables fins terrigènes dans la Baie-des-Chaleurs (golfe Saint-Laurent) comparé à celui de la Méditerranée occidentale. Nat. can. 98: 851-886.

Legendre, L., 1973. Phytoplankton organization in Baie-des-Chaleurs (Gulf of St.Lawrence). Jour. Ecol. 61: 135-149.

Legendre, L. et P. Legendre, 1979. Ecologie numérique. 1- Le traitement multiple des données écologiques, 197 p. 2- La structure des données écologiques, 247 p. Paris, Masson éd., (Collection d'Ecologie, 12 et 13) P.U.Q.

Leim, A.H. et W.B. Scott, 1972. Poissons de la côte atlantique du Canada. Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Bull. no 155, 526 p.

Lett, P.F., 1978. A Multispecies Simulation for the Management of the Southern Gulf of St.Lawrence cod stock. CAFSAC Research Document 78/21, 51 p.

Lie, U., 1968. A quantitative study of benthic infauna in Puget Sound, Washington, U.S.A., in 1963-1964. Fisk. Dir. Skr. Ser. Havunders, 14(5): 229-556.

Lloyd, M. and R.J. Ghelardi, 1964. A table for calculing the equitability component of species diversity. Jour. Anim. Ecol. 33: 217-225.

Loring, D.H. and D.J.G. Nota, 1973. Morphology and sediments of the Gulf of St.Lawrence. Environment Canada, Fisheries and Marine Service, Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada no 182, 147 p.

Lussiaa-Berdou, J.P. et G. Johnson, 1975. Echantillonnage des poissons démerseaux sur le plateau madelinien en août 1974. Rapport annuel, MIC, DGPM, Direction de la recherche 1974: 83-94.

Messier, D., 1976. La pêche des pétoncles dans le golfe du Saint-Laurent. Bilan de l'inventaire des populations. Etude de l'efficacité des engins de pêche utilisés. MIC, DGPM, Direction de la recherche, Cahiers d'information no 72, 48 p.

Montreuil, P., 1952. Recherches sur le homard des Iles-de-la-Madeleine. Rapport annuel de la Station de biologie marine, 1952: 47-52.

Montreuil, P., 1958. Notes relatives au homard des Iles-de-la-Madeleine. Laboratoire de biologie marine, Cap-aux-Meules, Rapport annuel 1958.

Mousseau, P., M. David, R. McNeill et J. Burton, 1976. Les Iles-de-la-Madeleine: sites de nidification et d'alimentation des oiseaux aquatiques. PIREDIM, document produit par le CERSE et le CREM pour l'OPDQ, 204 p.

Mousseau, P., 1979. Faune ichtyologique des eaux intérieures des Iles-de-la-Madeleine. Nat. can. 106: 471-479.

Munro, J. et J.-C. Therriault, 1981. Abondance, distribution, mobilité et fréquence de mue de la population de homards des lagunes des Iles-de-la-Madeleine. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1034: 35 p.

Nadeau, A., 1974. L'impact sur les pêcheries d'un port de chargement de sel aux Iles-de-la-Madeleine. Rapport soumis à SOQUEM, 65 p.

Ouellet, Y., 1977. Notes sur l'influence du transport littoral sur la construction d'un port pour minéraliers aux Iles-de-la-Madeleine. Rapport GCT-77-01, Génie civil, Université Laval, préparé pour le ministère des Transports du Québec, 52 p.

Ouellet, Y. et B. Massé, 1978. Note complémentaire sur le transport littoral aux Iles-de-la-Madeleine. Rapport GCT-78-02, Génie civil, Université Laval, préparé pour le ministère des Transports du Québec, 17 p.

Ouellet, Y., 1979a. Stabilité de l'entrée de la lagune de Grande-Entrée. Rapport GCN-79-01, Génie civil, Université Laval, préparé pour la Société Minière LOUVEM, 26 p.

Ouellet, Y., 1979b. Transport littoral dans la lagune de la Grande-Entrée. Rapport GCN-79-02, Génie civil, Université Laval, préparé pour la Société Minière LOUVEM, 15 p.

Ouellet, Y., 1979c. Remise en suspension des sédiments de fond par le passage des barges dans la lagune de la Grande-Entrée. Rapport GCT-79-03, Génie civil, Université Laval, préparé pour la Société Minière LOUVEM, 68 p.

Parker, S.L., 1967. Seaweed survey at Magdalen Islands. Rapport annuel, Station de biologie marine, Grande-Rivière 1966: 71-73.

Pettibone, M.H., 1963. Marine polychaete of the New England Region. 1- Aphroditidae to Tochochaetidae. U.S. Nat. Bull., 227, part 1, I-VI: 1-356.

Picard, J., 1965. Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. Thèse Fac. Sciences, Université Aix-Marseille, 160 p.

Pielou, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. Jour. theor. biol., 13: 131-144.

Piette, et al., 1978. Aménagement portuaire Leslie, Iles-de-la-Madeleine. Etude d'impact sur l'écosystème marin. 8 dossiers d'étude présentés au ministère des Transports du Québec.

Poirier, L., 1973. Rapport préliminaire sur les stocks de pétoncles géants (Placopecten magellanicus) aux Iles-de-la-Madeleine. MIC, DGPM, Service de la recherche, Cahiers d'information no 59, 43 p.

Poirier, L., 1977. Etat du stock de pétoncle géant, Placopecten magellanicus Gmelin, aux Iles-de-la-Madeleine, (golfe du Saint-Laurent). MIC, DGPM, Direction de la recherche, Cahiers d'information no 80, 38 p.

Poirier, L., 1978. L'implantation de la mytiliculture aux Iles-de-la-Madeleine: Synthèse des études réalisées de 1974 à 1977. MIC, DGPM, Direction de la recherche, Service de biologie, 57 p.

Powles, H., P. Spénard et G. Côté, 1978. Comparaison préliminaire du hareng de la lagune de la Grande-Entrée au hareng de mer libre aux Iles-de-la-Madeleine. Environnement Canada, Pêche et Mer, document non publié, 5 p.

Powles, P.M., 1965. Life History and Ecology of American Plaice (Hippoglossoïdes platessoïdes F.) in the Magdalen Shallows. Jour. Fish. Res. Board Can. 22: 565-598.

Renkonnen, O., 1938. Statistich-ökologische Untersuchungen uker die terristrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. Ann. bot. soc. zool. bot. fenn., Vanamo, 6(1): 277 p.

Rivière, A., 1977. Méthodes granulométriques. Techniques et interprétations. Marsan et Cie éd., Paris, 170 p.

S.N.C./Dimension Environnement, 1979. Etude de faisabilité. Projet de sel "du Dauphin". Etude préliminaire d'impact sur l'environnement. Aménagement de surface. Rapport présenté à SOQUEM, 90 p.

Sanders, H.L., 1960. Benthic studies in Buzzards bay. III The structure of the soft bottom community. Limnology and Oceanography 5(2): 138-153.

Sergeant, D.E., 1976. History and Present Status of Populations of Harp and Hooded Seals. Advisory Committee on Marine Resources Research, Scientific consultation on Marine Mammals, Bergen, Norway, 31 August - 9 September, 31 p.

Shannon, C.E. and W. Weaver, 1949. The Mathematical theory of communication. Urbana, University of Illinois Press, 117 p.

Templeman, W., 1935. Lobster tagging in the Gulf of St.Lawrence. Jour. Biol. Board Can. 1: 269-278.

Templeman, W., 1936. Local differences in the life history of lobster on the coast of the maritime provinces of Canada. Jour. Biol. Board. Can. 2: 41-88.

Tiphane, M., 1976. Bathymétrie et sédiments des dunes et des lagunes de Havre-aux-Maisons, Grande-Entrée et Havre de la Grande-Entrée. PIREDIM, document produit par le CERSE et le CREM pour l'OPDQ, 25 p.

Vaillancourt, M., 1978. Etude portant sur l'utilisation du futur port de Leslie aux Iles-de-la-Madeleine. Rapport du ministère des Transports, 32 p.

Vatova, A., 1949. La fauna bentonica dell' Alto et Medio Adriatica. Nova Thallassia, 1(3): 1-110.

Ware, D.M. and B.L. Henriksen, 1978. On the Dynamics of the Southern Gulf of St.Lawrence Herring Stocks. Fish. Mar. Serv. Tech. Rep. no 800, 14 p.

ANNEXE 1

Tableaux d'abondance des espèces benthiques

LISTE D'ESPECES	HABITATS PERIODE I												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	A.T.[a]	P.[a]	F[a]
CNIDAIRES et CTENAIRES													
Euclymeninae oerstidi	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	10
Ctenophora sp.	-	-	-	-	-	3	-	3	-	-	6	2	20
POLYCHETES ERRANTS													
Harmathoe extenuata	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	10
Sthenelais boa	16	3	11	-	6	-	-	-	3	-	39	5	50
Pholoë minuta	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	6	1	10
Phyllodoce groenlandica	-	-	-	-	-	3	-	-	3	-	6	2	20
Eteone longa	165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	1	10
Exogone sp.	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	14	2	20
Nereis virens	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	11	1	10
Nephthys longosetosa	3	3	3	-	3	-	3	-	-	-	15	5	50
Nephthys bucera	6	3	-	3	-	8	8	3	6	11	48	8	80
Nephthys caeca	19	-	16	-	14	6	3	3	-	3	64	7	70
Glycera dibranchiata	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	1	10
Lumbriconereis fragilis	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	1	10
POLYCHETES SEDENTAIRES													
Aricidea jeffreysii	203	99	-	-	-	-	-	-	3	-	305	3	30
Aricidea succinea	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	10
Scoloplos armiger	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	10
Scoloplos acutus	51	-	-	-	3	-	-	-	-	-	54	2	20
Spiophanes bombyx	-	3	-	-	14	11	54	59	48	3	192	7	70
Spiophanes kroyeri	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	10
Scoletepis ciliata	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	1	10
Neredines cantabra	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	6	1	10
Spio filicornis	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	10
Spio multioculata	-	16	-	-	6	-	-	-	3	-	25	3	30
Spio setosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	14	1	10
Polydora ciliata	40	32	-	-	-	-	-	-	-	-	72	2	20
Cirratulidae spp.	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	10
Travisia forbesii	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	11	1	10
Capitellidae spp.	7	-	3	-	19	-	-	-	-	-	29	3	30
Clymenella torquata	104	30	-	-	-	-	-	-	6	-	140	3	30
Pectinaria granulata	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	12	2	20
OLIGOCHETES													
Oligochaeta spp.	6	3	-	-	-	-	8	-	-	-	17	3	30
SIPUNCULIDES													
Sipunculidea spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	6	1	10
MOLLUSQUES													
GASTEROPODES													
Margarites helicinus	-	-	-	-	3	-	11	6	6	-	26	4	40

[a] A.T. = Abondance totale, P. = Présence, F. = Fréquence

LISTE D'ESPECES	HABITATS PERIODE I												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	A.T.	P.	F
Littorina littorea	8	3	3	-	11	-	-	-	6	-	31	5	50
Littorina obtusata	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	6	1	10
Littorina saxatilis	6	-	-	-	-	-	-	-	-	3	9	2	20
Hydrobia minuta	105	6	3	3	3	-	-	-	-	-	120	5	50
Lunatia heros	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	12	4	20
Neptunea decemcostata	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	6	1	10
Nassarius trivittatus	8	11	19	-	32	11	19	14	14	8	136	9	90
Pyramidella fusca	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	3	1	10
Odostomia seminuda	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3	1	10
Retusa canaliculata	6	6	54	-	-	-	-	-	-	-	66	3	30
Retusa obtusata	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	22	1	10
BIVALVES													
Mytilus edulis	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	6	1	10
Musculus discors	6	-	-	-	6	-	-	-	-	-	12	2	20
Modiolus modiolus	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	13	1	10
Spisula solidissima	27	48	43	19	-	40	-	-	-	-	177	5	50
Siliqua costata	-	-	-	-	-	6	27	3	3	6	45	5	20
Ensis directus	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	6	2	20
Mulinea lateralis	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2	20
Tellina agilis	112	144	475	-	72	80	584	168	200	245	2080	9	90
Macoma balthica	-	-	-	13	-	-	-	3	-	46	62	3	30
Mya arenaria	-	3	-	-	-	3	3	-	-	40	49	4	40
Gemma gemma	16	-	3	-	-	-	-	3	3	-	25	4	40
Artica islandica	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	3	1	10
CRUSTACES													
ISOPODES													
Edotea montosa	-	-	-	-	3	3	14	3	3	-	26	5	50
Idothea phosphorea	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	10
Jaera albifrons	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	10
Chirodothea tuftsi	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	6	2	20
MYSIDACES													
Neomysis americana	-	-	-	3	-	21	-	-	-	-	24	2	20
Mysis stenolipis	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	11	2	20
Larves de Mysidacés	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	10
CUMACES													
Leptocuma minor	-	-	-	-	-	3	3	3	-	3	12	4	40
Eudorellopsis deformis	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	1	10
Vaunthompsonia cristata	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	1	10
AMPHIPODES													
Gammarus oceanicus	-	-	-	-	8	3	-	-	-	-	11	2	20
Gammerus lawrenclanus	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	10

LISTE D'ESPECES	HABITATS PERIODE I												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	A.T.	P.	F
Gammarus angulusus	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	10
Marinogammarus finmarchicus	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	10
Hippomedon serratus	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	8	1	10
Psammonyx nobilis	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	16	1	10
Orchomenella minuta	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3	1	10
Phoxocephalus holbolli	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	1	10
Pontogenia inermis	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2	20
Corophium bonelli	8	6	-	-	3	-	-	-	6	-	23	4	40
Ampelisca vadorum	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	9	2	20
Paramphitoe hystrix	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	6	1	10
Lembos websteri	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	8	1	10
Caprella linearis	-	3	-	-	-	-	-	3	-	-	6	2	20
Caprella aequilibra	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	10
DECAPODES													
Crangon septemspinosus	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	1	10
Cancer irroratus	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	10
Larves de Décapodes	-	-	-	-	3	-	-	-	24	-	27	2	20
ECHINODERMES													
Strogylocentrotos droebbachiensis	-	-	-	-	-	3	-	3	-	-	6	2	20
Echinarachnius parma	-	-	-	-	-	6	11	35	27	19	98	5	50
Nombre total individus	1031	454	669	47	224	257	760	318	424	416	4600		
Nombre total d'espèces	39	26	14	7	20	23	16	17	28	16			

LISTE D'ESPECES	HABITATS PERIODE II												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	A.T.	P.	F
POLYCHETES ERRANTS													
Harmothoe extenuata	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	10
Enipo canadensis	-	-	-	-	-	4	2	-	10	-	16	3	30
Sthenelais boa	5	-	-	-	7	19	70	70	20	14	205	7	70
Phyllodoce groenlandica	-	-	-	-	-	-	14	132	7	4	157	4	40
Eteone longa	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	10
Eteone flava	-	-	-	-	-	4	7	2	15	-	28	4	40
Nereis virens	14	-	-	-	2	-	-	-	-	-	16	2	20
Nereimyra punctata	-	4	-	-	2	-	-	-	-	-	6	2	20
Nephthys longosetosa	2	2	-	-	2	-	-	7	-	4	17	5	50
Nephthys bucera	2	-	4	2	10	47	39	57	4	19	184	9	90
Nephthys caeca	20	5	5	4	14	7	15	18	29	2	119	10	100
Nephthys incisa	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	4	2	20
Nephthys picta	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1	10
Glycera dibranchiata	-	-	-	-	-	-	5	10	7	-	22	3	30
POLYCHETES SEDENTAIRES													
Africidea jeffreysii	2	99	-	-	2	-	-	-	-	-	103	3	30
Scoloplos armiger	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	1	10
Scopoplos acutus	5	14	-	-	4	-	-	-	7	-	30	4	40
Splophanes bombyx	-	5	-	-	-	25	122	389	29	20	590	6	60
Scoleiepis ciliata	-	18	-	-	-	2	-	-	-	-	20	2	20
Neredines cantabra	-	-	2	-	29	137	5	2	-	-	175	5	50
Spio multioculata	-	4	-	-	-	2	-	-	2	2	10	4	40
Pygospio elegans	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	4	2	20
Polydora ciliata	17	12	2	5	-	-	-	-	-	-	36	4	40
Paraonys lyra	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	4	2	20
Cirratulidae spp.	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	4	2	20
Travisia forbesii	-	-	-	-	-	-	4	15	-	-	19	2	20
Capitellidae spp.	7	7	14	2	-	-	5	-	-	-	35	5	50
Clymenella torquata	-	7	-	-	-	-	-	-	2	-	9	2	20
Ampharetidae spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1	10
MOLLUSQUES													
GASTEROPODES													
Margarites helicinus	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	1	10
Littorina littorea	7	2	-	2	-	2	-	-	2	2	17	6	60
Littorina obtusata	2	-	-	2	-	-	-	2	-	-	6	3	30
Littorina saxatilis	20	-	-	2	17	4	-	-	-	-	43	4	40
Lacuna vincta	-	-	-	2	9	-	-	2	-	-	13	3	30
Hydrobia minuta	2	-	-	-	10	-	-	-	-	-	12	2	30
Lunatia heros	-	-	-	-	-	4	-	4	5	-	13	3	30
Lunatia groenlandica	-	-	-	-	-	-	2	5	-	-	7	2	20

LISTE D'ESPECES	HABITATS PERIODE II												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	A.T.	P.	F
Nassarius trivittatus	2	5	7	39	19	7	5	14	14	4	116	10	100
Pyramidella fusca	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	1	10
Cylinchna alba	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	4	1	10
Bittium alternatum	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	4	1	10
Retusa canaliculata	-	-	64	-	-	-	-	-	-	-	64	1	10
Retusa obtusata	-	4	-	2	-	-	-	-	-	-	6	2	20
BIVALVES													
Muscutus discors	44	2	-	-	4	2	7	-	14	-	73	6	60
Spisula solidissima	4	2	95	-	2	-	-	-	-	-	103	4	40
Siliqua costata	-	-	-	-	2	-	2	4	2	-	10	4	40
Ensis directus	-	-	2	2	-	482	1560	689	69	590	3394	7	70
Tellina agilis	44	20	12	5	87	20	115	362	204	84	953	10	100
Gemma gemma	14	2	-	-	4	9	2	4	12	9	56	8	80
Mya arenaria	2	-	-	-	-	10	2	6	10	2	32	6	60
CRUSTACES													
ISOPODES													
Edotea montosa	-	-	-	-	-	4	4	6	5	4	23	5	50
Idothea baithica	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1	10
Chirodothea tuftsi	-	-	-	-	-	-	-	4	2	-	6	2	20
MYSIDACES													
Neomysis americana	2	5	5	2	4	-	2	-	2	-	22	7	70
Mysis stenolipis	117	-	-	2	19	-	2	-	2	-	142	5	50
CUMACES													
Leptocuma minor	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-	19	1	10
Diastylis rathkei	-	-	-	-	-	-	-	14	15	-	29	2	20
Vaunthompsonia cristata	-	-	-	-	-	9	14	12	4	2	41	5	50
AMPHIPODES													
Gammarus oceanicus	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	10
Hippomedon serratus	-	-	-	-	-	-	-	5	14	-	19	2	20
Psammonyx nobilis	-	-	-	-	-	-	30	102	10	-	142	3	30
Phoxocephalus holbolli	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	10
Pontogenia inermis	-	-	-	-	-	-	2	7	-	-	9	2	20
Corophium insidiosum	-	-	-	-	-	-	9	67	-	-	76	2	20
Unciola irrorata	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	5	1	10
DECAPODES													
Crangon septemspinosus	-	-	2	4	4	-	-	-	-	-	10	3	30
Cancer irroratus	4	2	-	2	9	2	2	12	9	2	44	9	90
Carcinus maenas	-	-	-	-	2	-	2	5	-	-	9	3	30
Larves de Décapodes	-	-	-	25	-	-	-	2	-	-	27	2	20
Pagurus arcuatus	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1	10

LISTE D'ESPECES	HABITATS PERIODE II												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	A.T.	P.	F
ECHINODERMES													
Echinarachnius parma	-	-	-	-	-	9	114	354	47	2	526	5	50
POISSONS													
Ammodytes americanus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	1	10
Pseudopleuronectes americanus	3	3	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	10
Nombre total individus	334	225	218	116	266	811	2166	2390	608	782	7926		
Nombre total d'espèces	25	21	14	21	24	22	30	35	37	20			

LISTE D'ESPECES	HABITATS PERIODE III								
	II	III	IV	V	VI	IX	A.T.	P.	F
POLYCHETES ERRANTS									
Sthenelais boa	2	2	-	-	-	7	11	3	50
Eteone flava	-	-	-	-	2	-	2	1	17
Nephthys bucera	-	-	-	-	9	-	9	1	17
Nephthys caeca	4	15	5	5	4	5	38	6	100
Glycera dibranchiata	7	-	2	2	4	17	32	5	83
POLYCHETES SEDENTAIRES									
Arictdea jeffreysii	9	-	2	-	-	-	11	2	33
Scoloplos armiger	-	-	2	2	-	-	4	2	20
Spiophanes bombyx	4	-	-	2	-	-	6	3	33
Neredines cantabra	2	-	-	2	-	-	4	2	33
Polydora ciliata	2	-	-	-	-	-	2	1	17
Capitellidae spp.	-	-	-	-	194	-	194	1	17
Clymenella torquata	10	-	4	-	-	4	18	3	50
SIPUNCULIDES									
Sipuncultdea spp.	-	-	-	-	10	2	12	2	33
MOLLUSQUES									
GASTEROPODES									
Littorina littorea	-	5	2	27	15	4	53	5	83
Littorina saxatilis	-	-	-	4	-	2	6	2	33
Hydrobia minuta	-	2	-	2	-	-	4	2	33
Lunatia groenlandica	-	-	-	-	4	4	8	2	33
Nassarius trivittatus	2	17	15	9	5	20	68	6	100
Pyramidella fusca	-	2	-	-	-	-	2	1	17
Retusa canaliculata	-	639	2	-	-	-	641	2	33
BIVALVES									
Musculus discors	2	-	2	-	-	2	6	3	50
Spisula solidissima	100	1102	22	4	-	-	1228	4	67
Spisula polyngma	-	5844	-	22	-	-	5866	2	33
Nuculana sp.	-	-	2	-	-	-	2	1	17
Silique costata	2	2	-	-	-	-	4	2	33
Ensis directus	-	-	2	-	2	2	6	3	50
Tellina agilis	13	4	5	132	52	45	251	6	100
Gemma gemma	-	-	14	4	204	20	242	4	67
Mya arenaria	15	-	2	-	103	-	120	3	50
Pandora gouldiana	-	4	-	2	-	2	8	3	50
CRUSTACES									
ISOPODES									
Edotea montosa	-	2	-	2	-	-	4	2	33
Idothea baltica	-	-	-	2	-	-	2	1	17
Chirodothea tuftsi	-	-	-	-	-	5	5	1	17

LISTE D'ESPECES	HABITATS PERIODE III								
	II	III	IV	V	VI	IX	A.T.	P.	F
MYSIDACES									
Neomysis americana	2	7	-	-	-	17	26	3	50
Mysis stenolpis	2	2	-	-	-	-	4	2	33
CUMACES									
Leptocuma minor	-	-	-	-	2	4	6	2	33
Dyastylis rathkei	-	-	-	-	-	5	5	1	17
Lamprops quadriplicata	-	-	-	-	2	-	2	1	17
AMPHIPODES									
Hippomedon serratus	-	-	-	-	-	10	10	1	17
Psammonyx nobilis	-	-	-	2	-	22	24	2	33
Phoxocephalus holbolli	10	-	-	-	-	-	10	1	17
Unciola irrorata	-	-	-	-	-	17	17	1	17
Amphithoe longimana	-	-	2	-	-	-	2	1	17
DECAPODES									
Crangon septemspinosus	-	2	-	2	-	-	4	2	33
Cancer irroratus	4	9	2	-	-	4	19		
Pagurus arcuatus	-	-	-	-	-	5	5	1	17
ECHINODERMES									
Echinarachnius parma	-	-	-	-	5	2264	2269	2	33
Nombre total individus	152	7760	87	227	617	2489	11272		
Nombre total d'espèces	18	17	17	18	16	24			

POOR

QUALITY

ORIGINAL